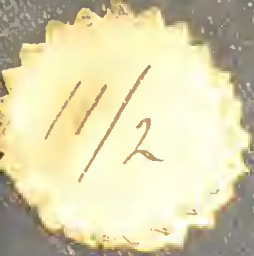
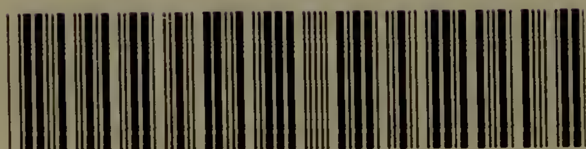

11/2




22102341765



Presented by Dr. Dundas Grant

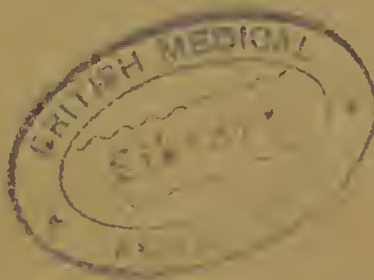
Die Anatomie und Physiologie der Kehlkopfnerven.

Mit ergänzenden pathologischen Beiträgen.

Im Auftrage der ungarischen Akademie der Wissenschaften auf Grund eigener Untersuchungen

bearbeitet

von



Dr. A. Ónodi

Professor der Rhino-Laryngologie an der Universität, Mitglied der ungarischen Akademie der Wissenschaften in Budapest etc. etc.



Berlin W. 35.

Verlag von Oscar Coblentz.

1902.

p 805 338

Vorwort.

Die Innervation des Kehlkopfes bildet seit dem Jahre 1887 den Gegenstand meiner anatomischen, physiologischen und pathologischen Untersuchungen. Im Jahre 1894 hatte ich meine diesbezüglichen Beiträge veröffentlicht, als meine weiteren Untersuchungen durch meine Erkrankung auf drei Jahre eingestellt werden mussten. Meine diesbezüglichen Untersuchungen habe ich am Ende des verflossenen Jahres abgeschlossen, und damit finden auch meine Forschungen in dieser Richtung ihren Abschluss. Ich habe die verwickelten Verhältnisse der Kehlkopfinnervation auf Grund unserer Kenntnisse und eigener Untersuchungen beleuchtet und zusammengefasst. Während diesen fünfzehn Jahren hat die Anatomie und Physiologie der Kehlkopfnerven einen sehr bedeutenden Fortschritt aufzuweisen, ich will dennoch betonen, dass noch wichtige offene Fragen ihrer Lösung harren, worauf ich in den entsprechenden Kapiteln die Aufmerksamkeit lenkte. Mit diesen offenen Fragen können wir uns wegen Gesundheitsrücksichten nicht befassen.

Indem wir unsere langjährigen mühsamen Untersuchungen zusammenfassend der Öffentlichkeit übergeben, ist es unsere angenehme Pflicht, der III. Klasse der ungarischen Akademie der Wissenschaften für ihren ehrenden Auftrag unseren besonderen Dank auszusprechen.

Budapest, den 25. Januar 1902.

Dr. A. Ónodi.

Inhalt.

I. Anatomischer Teil.

II. Physiologischer Teil.



I. Anatomischer Teil.

I. Nervus vagus.

Der Ursprung der Kehlkopfnerven bildet noch immer eine vielbesprochene Frage, ohne eine allgemein angenommene Lösung erreicht zu haben. Fast bis zu den letzten Zeiten war allgemein die Ansicht verbreitet, dass der Nervus accessorius die motorischen Nervenelemente des Kehlkopfes liefert. Die älteren experimentellen Resultate haben zur allgemeinen Verbreitung dieser Ansicht beigetragen, welche sowohl in den anatomischen wie in den klinischen Lehrbüchern Aufnahme fand. Diese experimentellen Resultate werden im physiologischen Teil ausführlich besprochen. Jetzt wollen wir diese Frage auf Grund meiner früheren Untersuchungen[1]) in vergleichend-anatomischem und phylogenetischem Sinne beleuchten. Es drängt sich von selbst die Frage auf, ob es nicht möglich wäre, den Namen Accessorius als selbständigen Gehirnnerven einfach aus der Nomenklatur auszumerzen und somit die wiederholte irrtümliche Verwechselung der Kehlkopfinnervation mit dem Accessorius ein für allemal zu verhindern. Dieser radikale Eingriff wäre allerdings der zweckentsprechendste, denn er könnte morphologisch, wie wir sehen werden, ganz gut motiviert werden. Leider hat der Nervus accessorius Bürgerrecht in der Anatomie erworben, sein Name bleibt in der Nomenklatur der Gehirnnerven, und so müssen wir diese Thatsache vor Augen haltend, den morphologischen und phylogenetischen Nachweis erbringen, dass der Nervus accessorius der Kehlkopfinnervation ganz ferne steht. Bevor ich diese Frage ausführlicher behandele, will ich erwähnen, dass ich meinen Standpunkt mehreren hervorragenden Anatomen mitgeteilt habe. Die Frage dachte ich mir so zu lösen, dass wir den Accessorius spinalis, welcher beim Menschen einen selbständigen, peripher differenzierten Nerven darstellt, als den Accessorius bezeichnen, und den Accessorius vagi als Bestandteil des Vagus betrachten.

---

[1]) Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Hist. 1886.

So hätten wir einen Vagus, der den Kehlkopf innerviert, und einen Accessorius, der nur mit der Nackenmuskulatur in Zusammenhang steht. So glaubte ich die physiologische Thatsache mit der richtigen anatomischen Bezeichnung in Einklang zu bringen und den weiteren Konfusionen und Irrtümern ein Ende zu machen. Die mir in liebenswürdiger Weise zugekommenen Antworten billigen in praktischer Beziehung diesen Versuch, bekräftigen die Zusammengehörigkeit des Vagus mit dem Accessorius vagi, erlauben aber keine Trennung in vergleichend-anatomischer Richtung zwischen dem Accessorius vagi und dem Accessorius spinalis. Die wertvollen und hochinteressanten Äusserungen lassen wir im Interesse der Frage folgen.

Geheimrat Prof. Waldeyer schreibt: „Wie Sie, so denke ich auch über den Accessorius und habe ihn seit etwa drei oder vier Jahren so in meiner Vorlesung behandelt.“ Herr Geheimrat Prof. Waldeyer hatte die Güte, seinen Schüler, Herrn Dr. Lubosch, Assistent in Breslau, der sich auf seine Aufforderung mit dem Accessorius eingehend befasste, zu ersuchen, mir seine Ansicht mitzuteilen. Herr Geheimrat Prof. Waldeyer hebt seine begründete Ansicht hervor, die ich wiedergeben werde.

Herr Prof. W. His schreibt: „Ich stehe Ihrem Standpunkte sympathisch gegenüber, denn es hat mir stets geschienen, als sei die Scheidung motorischer Vagusfasern vom medullaren Accessorius eine etwas künstliche.“

Herr Prof. Froriep schreibt: „Die in Ihrem geschätzten Schreiben gegebene Charakterisierung des Nervus accessorius ist meines Erachtens für Säugetiere und Mensch sehr wohl zulässig und dürfte für die Sie interessierenden anatomisch-physiologischen wie klinischen Fragen überhaupt massgebend sein. Embryologisch und vergleichend anatomisch dagegen ist eine scharfe Sonderung zwischen Vagus und Accessorius nicht möglich. In der Anlage bilden beide einen einheitlichen Komplex, dessen Trennung in die descriptiv unterschiedenen Nerven nur ein Produkt der peripherischen Differenzierung darstellt.“

Herr Prof. van Wyjhe schreibt: „Sie haben ungezweifelt vollkommen recht, wenn Sie vom physiologisch-klinischen Standpunkte aus den Ramus internus vom Ramus externus trennen und zum Vagus stellen wollen; die verschiedenen Wurzelbündel eines Nerven haben ja oft verschiedene Funktion, und ich kann

ganz gut annehmen, dass die Funktion des bulbären Bündels des Accessorius sehr verschieden ist von derjenigen der spinalen Bündel. Vom entwickelungsgeschichtlich-anatomischen Standpunkte aber gehört nach meiner Ansicht der ganze Accessorius zum Vagus. Dass der sogenannte spinale Accessorius von spinalen Nerven abstammen solle, kann ich mir phylogenetisch nicht denken. Nach meiner Vorstellung ist der Nervus accessorius (der bei den Anamniern einen Teil des Vagus bildet) beim Menschen von seinem Ursprunge in der oberen Hälfte des Halsmarkes bis zur Austrittsstelle des Vagus kein peripherer Nerv, sondern eine centrale Bahn des Nervus vagus, welche aus unbekannten Gründen ausserhalb der Peripherie des centralen Nervensystems getrieben ist.

Die Ontogenie des Menschen spricht nach meiner Ansicht für die oben erwähnte Auffassung des Accessorius. Beim einmonatlichen Embryo reicht der Accessorius noch nicht bis in das Halsmark, nach meiner Meinung wird er darin wohl schon vorhanden sein, aber in der Tiefe des Halsmarkes versteckt, aus welchem er erst allmählich hinausgetrieben wird."

Herr Lubosch schreibt: „Berechtigen die Anatomie, Histologie, Entwickelungsgeschichte und vergleichende Anatomie dazu, den Nervus accessorius vagi von dem Nervus accessorius spinalis zu sondern, derart, dass jener prinzipiell zum Vagus, — dieser als besonderer Nerv unter den Namen Accessorius schlechtweg gerechnet werde?" Diese Frage ist keineswegs leicht zu entscheiden, indem die vergleichende Anatomie in entschiedenem Gegensatz zu den drei anderen Betrachtungsmethoden steht. Ich möchte dies erst kurz erörtern.

Die descriptive Anatomie des Menschen bezeichnete seit alters her den spinalen Teil als etwas streng vom medullären zu Trennendes. Massgebend war hier das Kaliber der Wurzeln und die Lokalität des Austrittes, ferner der Verlauf und die bestehende Scheidung zwischen Ramus externus und internus.

Ganz besonders hat dies die Histologie bestätigt. Man glaubte zwar früher, dass der Nucleus XI sich in den Nucleus XII fortsetze (Dees, Grabower u. a.), liess aber auch in diesem Falle den Accessorius vagi aus dem Nucleus ambiguus kommen. Jetzt nimmt man an, dass der XI. und XII. Kern nichts miteinander zu thun haben (Koelliker), dass vielmehr der spätere Nucleus ambiguus cerebral die Fortsetzung der ventrolateralen Zellgruppe

des Rückenmarks bilde, von der der Accessorius spinalis kommt, und die in der Höhe der Schleifenkreuzung endet. In jedem Falle besteht ein mehrere Millimeter langer Zwischenraum zwischen den Kernen des Accessorius vagi und Accessorius spinalis. Auch im Verlauf der Wurzeln wie in ihrem Kaliber ergeben sich deutliche Unterschiede.

Dasselbe zeigt die Entwickelungsgeschichte (Chiarugi), die lehrt, dass der Accessorius vagi im Zusammenhange mit der „Ganglienleiste“ entsteht, hingegen der spinale Teil unabhängig von ihr ist und bereits in seinen ersten Anfängen dieselbe Lagerung im Centralorgan zeigt, wie im erwachsenen Zustande.

Wenn somit durch die Betrachtung der hochorganisierten Säugetiere eine Trennung gerechtfertigt erscheint, ging die vergleichende Anatomie mit Recht von der Frage aus, wie denn ein plötzlich am Rückenmark auftretender, scheinbar isolierter Nerv im System der cerebrospinalen Nerven unterzubringen sei. Gegenbaur und Fürbringer haben dargethan, dass der Accessorius spinalis sich phylogenetisch aus dem Vagus entwickele. Es zeigt sich, dass — was immer auch bei Fischen als Accessorius beschrieben sein mag — dies alles nur Analogien sind: vertikal aufsteigender Verlauf. Auch bei Amphibien kommt kein Accessorius spinalis vor.

Erst von dem Momente an kann davon gesprochen werden, wo die ventralen motorischen Elemente des Rückenmarks sich cerebral verschieben, um den Hypoglossus zu formiren, während die hintere Vagusgruppe fest stehen bleibend von den spinalen Elementen überkreuzt wird. Also erst die Amnioten besitzen einen aus dem Rückenmark entspringenden Vagusanteil. Dieser reicht bei den Sauropsiden bis ins zweite Spinalsegment, bei den Säugern durchschnittlich bis ins fünfte. Hierbei sind die beiden ersten Segmente bei beiden Gruppen der Amnioten streng homolog, so dass man für den Säugetiernerven keine andere Entstehungsart annehmen darf, wie bei den Reptilien und Vögeln. Der Unterschied besteht darin einzig, dass bei Säugetieren die Anlage weiter hinabwächst als bei Vögeln. Soweit besteht also die Notwendigkeit, auch bei Säugern beide Teile des Nerven als einheitlich aufzufassen.

Nun ergiebt aber der sorgfältige Vergleich, dass die als „Accessorius“ bezeichneten spinalen Teile bei Vögeln und Säugern sich ganz verschieden verhalten. Bei Sauropsiden besitzt der

genannte Nerv vom verlängerten Mark bis ins Halsmark hinein einheitliche Charaktere. Es giebt keinen Nucleus ambiguus, keine Kaliberunterschiede etc. Hier ist der ganze Accessorius eigentlich ein „Accessorius vagi", obwohl er auch aus dem Rückenmark kommt. Bei Säugern hingegen zeigt dieser Teil die oben geschilderten, wesentlich abgeänderten Charaktere.

Unbeschadet seiner morphologischen Zugehörigkeit zum Vagus muss daher aus diesem Grunde die Nomenklatur gewählt werden, dass man den Accessorius der Säugetiere und den der Sauropsiden nicht zusammenwirft. Alle Verwirrung rührt daher, dass die ersten Beschreiber den ihnen vom Menschen her bekannten Begriff des Accessorius auf jeden, ähnlich verlaufenden Nerven anwandten. Aus diesem Grunde muss der Name Accessorius überhaupt bei Sauropsiden verschwinden; diesen Nerven hätte man als „spinale Vagusgruppe" zu bezeichnen. Dann hätte der Vergleich Sinn, den gesamten bulbären Teil der Säuger gleichfalls „Vagusgruppe" zu benennen, während als „Accessorius" nur die spinale abgeänderte Portion umfasst wird, mit dem Vorbehalt, dass Accessorius und Vagusgruppe phylogenetisch ein und dasselbe sind und der Accessorius den distalen Teil der Vagusgruppe der Vögel mit einschliesst.

Fasse ich die Auseinandersetzung nochmals zusammen, so kann man sagen: eine Sonderung des spinalen und bulbären Teils bei Säugern und eine Bezeichnung des spinalen Teils als Accessorius schlechtweg ist vom praktischen Standpunkte aus zweckmässig, jedoch nur dann von Wert, wenn der Name Accessorius sonst durchweg ausgemerzt wird. Sowie man weiterhin den Vogelnerven noch so bezeichnet, muss konsequent auch ein „Accessorius vagi" angenommen werden."

Herr Prof. M. Fürbringer schreibt: „Zu der in Ihrem Briefe behandelten Frage, die Ihnen ja auch zwei in den Jahren 1885 und 1887 erschienene geschätzte Abhandlungen verdankt, nehme ich folgende Stellung ein: Accessorius und Vagus bilden für mich eine morphologische Zusammengehörigkeit, wie dies ja auch von vielen Autoren betont worden ist. Zu dieser Einheit gehört ebensowohl der Accessorius spinalis wie der Accessorius vagi. Der Accessorius spinalis besteht lediglich aus motorischen, dem Seitenhorn entstammenden Fasern, die die Mm. sternocleidomastoideus und trapezius innervieren, oben zu dem übrigen Vagoaccessorius, d. h. Vagus + Accessorius vagi in intimeren Verband

treten; Accessorius vagi und Vagus im engeren Sinne des Wortes bestehen aus sensiblen und aus motorischen Fasern, von denen die letzteren aus dem motorischen Vaguskern (Nucleus ambiguus der älteren Anatomen) stammen. Dieser Nucleus ambiguus liegt im gleichen Niveau wie der ventrale Kern des Accessorius spinalis, bildet sonach sozusagen die vordere Verlängerung desselben, obwohl er nicht direkt mit ihm zusammenhängt. Nucleus ambiguus wie Kern des Accessorius spinalis gehören zu der bekannten Reihe lateraler motorischer Kerne, welche von hinten nach vorn aus Kern des Accessorius spinalis, Nucleus ambiguus (motorischer Kern des Accessorius vagi, Vagus s. str., Glossopharyngeus) motorischer Kern des Facialis und motorischer Kern des Trigeminus bestehen. Darüber besteht wohl bei den Anatomen kaum noch wesentliche Differenz. Die motorischen Fasern des Vagus + Accessorius vagi gelangen zur Muskulatur des Pharynx, Larynx, Oesophagus, Trachea, Herz und den anderen in Frage kommenden Eingeweiden, wobei trotz zahlreicher anatomischer und physiologischer Untersuchungen bis auf den heutigen Tag noch nicht sicher entschieden und auseinandergehalten ist, wohin die dem Vagus s. str. und die dem Accessorius vagi angehörenden Fasern gelangen. Diese Unterscheidung, und damit stimmen wir beide überein, ist aber irrelevant, weil thatsächlich Vagus s. str. und Accessorius vagi zusammengehören; letzterer ist der Komplex der letzten medullaren Fasern des Vagus.

Vertrete ich somit die Zusammengehörigkeit des Vagus + Accessorius vagi, also gerade so wie Sie, so muss ich aber auch für die Zugehörigkeit des Accessorius spinalis zu Vagus + Accessorius vagi eintreten. Bei den höheren Tieren hat er sich allerdings mehr von dem Vagus + Accessorius vagi emanzipirt und macht, weil er aus der Medulla spinalis kommt, der andere (Vagus + Accessorius vagi) aber aus der Medulla oblongata, einen besonders selbständigen Eindruck ihm gegenüber; verschiedene Autoren sind dadurch veranlasst worden, ihn zu den Spinalnerven zu rechnen. Das ist aber ein verhängnisvoller Irrtum, ebenso wie die Angabe und Annahme, dass der Accessorius spinalis den niederen Vertebraten fehlte.

Bei den niederen Vertebraten, also den Selachiern, bildet der einheitliche Nervus vago-accessorius einen von längeren Kernen (lateralen motorischen Kernen) entspringenden Wurzel-

komplex, dessen letzte Fasern, den Trapezius (der dem Trapezius + Sternocleidomastoideus der höheren Wirbeltiere identisch ist) versorgen. Diese Fasern sind somit nach Verlauf und Endversorgung mit dem Accessorius spinalis der höheren Tiere vergleichbar, aber sie kommen meistens nicht aus der Medulla spinalis, sondern aus dem Ende der Medulla oblongata. Ich sage meistens, denn es giebt auch Selachier, wie namentlich Hexanchus, wo der Ursprung dieser letzten Fasern bis zum Bereiche des ersten resp. selbst dritten Spinalnerven, also thatsächlich aus der Medulla spinalis kommt. Dass er bei den meisten Selachiern, Fischen, Amphibien nicht aus dem Rückenmark, sondern aus dem Ende des verlängerten Markes kommt, hat seine Gründe, auf die ich bald zurückkommen werde. Bei den Reptilien kommt der gleiche Trapezius (resp. Trapezius + Sternocleidomastoideus) versorgende Nerv vor den Anfang der Medulla spinalis (bis herab zum dritten Spinalnerven), ebenso bei den Vögeln; bei den Säugetieren reicht er noch tiefer herab (bekanntlich bis zum fünften oder sechsten Spinalnerven oder noch tiefer). Es ist also gar keine Frage, dass bei Hexanchus, Reptilien, Vögeln und Säugetieren ein aus dem lateralen Horn der Medulla spinalis entspringender motorischer Nerv besteht, der mehr oder minder direkt an den eigentlichen Vagus (resp. Vagus s. str. + Accessorius vagi der menschlichen Anatomie) anschliesst, der aber im weiteren Verlaufe sich von diesem ganz emanzipirt und zu dem Trapezius resp. Trapezius + Sternocleidomastoideus gelangt. Der Musculus trapezius ist aber ein Homodynam gewisser vom Vagus versorgter Kiemenmuskeln (Constrictores etc.) und hat sich nur dadurch, indem er seine Insertion auf den Schultergürtel verlegte, von diesen sekundär verändert. Diese Kiemenmuskeln werden vom Vagus versorgt; der Accessorius (spinalis) ist somit ein letzter motorischer Teil des Vagus, und thatsächlich hängt sein Kern mit dem motorischen Vaguskern zusammen.

Aber wie kommt es, dass bei Hexanchus, Reptilien, Vögeln und Säugetieren ein in das Gebiet der Medulla spinalis herabreichender oder von ihr entspringender Accessorius spinalis besteht, bei den meisten anderen Fischen, Dipnoern und Amphibien sich aber die den Trapezius versorgenden Fasern im Ursprung auf das Ende der Medulla oblongata beschränken? Das beruht einmal auf der verschiedenen Grösse des Musculus

trapezius, der bei Hexanchus enorm entwickelt, bei der Mehrzahl der niederen Wirbeltiere aber viel kleiner ist und selbst (gewisse Teleostier) ganz zurückgebildet sein kann. Dann wird natürlich auch die Ursprungsbreite viel kleiner und beschränkt sich auf die Medulla oblongata; und bei gewissen Teleostiern, wo der Musculus trapezius fehlt, muss natürlich auch sein Nerv fehlen. Dann aber beruht das weitere Hinabreichen in die Medulla spinalis bei den höheren Tieren (Sauropsiden und Mammalia) auf einem sehr interessanten Vorwanderungsprozesse resp. Verschiebungsprozesse der Medulla spinalis auf die Medulla oblongata. Dieser Prozess konnte von mir vergleichend-anatomisch, von anderen (so namentlich Sewertzoff und Braus) entwickelungsgeschichtlich nachgewiesen werden. Am überzeugendsten (aber nicht ausschliesslich) tritt diese Vorwanderung längs der Medulla oblongata, bei den sogenannten unteren Vaguswurzeln vor, die, wie Sie ganz recht angeben, unzweifelhaft ventrale Spinalnervenwurzeln sind (und damit auch zum Teil die Hypoglossuswurzeln in sich enthalten). Ich habe sie darum auch als spino-occipitale Nerven bezeichnet, weil der Name „ventrale Vaguswurzeln" gänzlich irreführend ist. Diese spino-occipitalen Nerven, bei den Notidaniden 4—5, bei den anderen Selachiern 0—3, schieben sich längs der Ventralfläche der Medulla oblongata mit ihren spinalen Ursprungskernen nach vorn und verkümmern dabei gleichzeitig von vorn her; bei den Amphibien ist nur noch einer oder keiner vorhanden, und bei den höheren Wirbeltieren sind sie gänzlich geschwunden, während der Vorschiebungsprozess immer fortgeht und bei diesen dazu führt, dass das, was bei den Selachiern echte Spinalnerven vorstellt, bei Sauropsiden und Mammalien als Nervus hypoglossus dem Gehirn sich einverleibt. Der Nervus hypoglossus ist sonach den „ventralen Vaguswurzeln" der Selachier nicht direkt vergleichbar, weil diese bei den höheren Tieren gänzlich verschwunden sind, wohl aber den auf diese Wurzeln (spino-occipitale Nerven) folgenden motorischen Wurzeln der Spinalnerven. Dieser Vorschiebungsprozess führt dazu, da das hintere Ende der Medulla oblongata (von der der Vago-accessorius entspringt) von spinalen Elementen überstülpt wird, wonach erscheint, als ob der Accessorius spinalis ein Spinalnerv sei, was aber in Wirklichkeit nicht der Fall ist.

Ich fasse also zusammen: Ursprünglich existiert ein zusammenhängender Vago-Accessorius oder Vagus im weiteren

Sinne, welcher der letzte Gehirnnerv ist; seine hinterste motorische Abteilung versorgt den Musculus trapezius (Trapezius + Sternocleidomastoideus), wird von dem Rückenmarke in seinem Ursprungsteil überstülpt und gewinnt sogleich auch eine gewisse Selbständigkeit gegenüber dem Hauptteil, der noch aussen sichtbar aus der Medulla oblongata entspringt. Der hintere Teil, der also von der Medulla spinalis zu entspringen scheint, in Wirklichkeit aber von dem nur von der Medulla spinalis eingeschlossenen und überstülpten Ende der Medulla oblongata kommt, ist der Nervus accessorius spinalis der Autoren; der vordere Hauptteil, über dessen Oblongata-Ursprung kein Zweifel besteht, der Vagus + Accessorius vagi der menschlichen Anatomen. Die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte lehren, dass alle diese zusammengehören, wobei die oblongaten Vagus + Accessorius vagi in einem intimeren Verhältnis zu einander stehen als zu dem Accessorius spinalis, der aber auch zu ihnen gehört und nicht von ihnen getrennt werden darf. Es ist sonach unwissenschaftlich, den Vagus s. str. oder den Vagus + Accessorius vagi als X. Nerven von dem Accessorius (vagi + spinalis) oder von dem Accessorius spinalis als XI. Nerven zu sondern, sondern es gilt

Vago-Accessorius (X + XI) der älteren Autoren
- Vagus s. str.
- Accessorius vagi
- Accessorius spinalis."

Wir wollten diese wertvollen Äusserungen vorausschicken, die sich im Wesen mit ihren Publikationen decken und die verwickelten morphologischen Verhältnisse beleuchten. Wie wir schon erwähnten, wäre das Zweckmässigste, den Namen Accessorius ganz fallen zu lassen und morphologisch nur von einem Nervenkomplex vom Vagus zu sprechen. Leider hat die periphere Differenzierung, die scheinbar selbständige Erscheinung im Gebiete der Medulla spinalis, zu seiner Entdeckung und zu seiner Aufname als selbständigen Gehirnnerven in der menschlichen Anatomie geführt. Da uns die Löschung des Accessorius aus der Nomenklatur der Gehirnnerven als undurchführbar erscheint, so wollen wir unseren physiologisch-klinischen Standpunkt auch durch morphologische und phylogenetische Betrachtungen bekräftigen.

Bei den niedersten Vertebraten finden wir keine Spur von einem Accessorius, so wird nur von einem Vagus gesprochen

beim Amphioxus, bei den Myxinoiden, ebenso fehlt ein Nervus accessorius dem Vagus der Petromyzonten, er wird von keinem Untersucher angegeben. Fürbringer[1]) sagt: „Etwas an einen Nervus accessorius Willisii Erinnerndes vermisste ich durchaus.“ Ich habe bei Selachiern die Vagusgruppe untersucht an 25 verschiedene Selachiergattungen und habe ausser dem Vagus nichts gefunden, was man mit dem Accessorius in Verbindung bringen könnte. Meine Untersuchungen[2]) und Abbildungen zeigten überall nur die Vaguswurzeln und bei einigen Gattungen im Vagusgebiete die sogenannten ventralen Vaguswurzeln. In meinem Vortrage, den ich 1887 in der Berliner physiologischen Gesellschaft gehalten habe[3]), bezeichnete ich die sogenannten ventralen Vaguswurzeln als die Urform des Nervus hypoglossus, was Fürbringer in seinem grossen Werke vergleichend-anatomisch nachgewiesen hat. Im allgemeinen haben wir es bei den Selachiern nur mit einem Nervus vagus zu thun. Rohon[4]) hat aber bei einem Exemplare von Hexanchus gefunden, dass die letzten ascendenten Ursprungsbündel des Vagus bis in die Gegend des dritten und vierten Halswirbels hinab entspringen. Er betrachtete diese Wurzeln als den Nervus accessorius Willisii. Fürbringer[5]) konnte an zwei Exemplaren von Hexanchus die letzten aufsteigenden Wurzelbündel des Vagus nur bis zum Niveau des ersten Wirbels, in dem Bereich des Ursprunges der beiden ersten Spinalnerven verfolgen. In meiner Arbeit ist das Ursprungsgebiet des Vagus bei einem Hexanchus griseus abgebildet, wo nichts von diesem Verlauf der letzten Vaguswurzeln zu sehen ist, und da wir auch bei Hexanchus nur aus der Medulla oblongata austretende Vaguswurzeln beobachteten, so müssen wir diesen rekurrenten Verlauf der letzten Vaguswurzeln in diesen drei beobachteten Fällen als Anomalie betrachten, welche vielleicht mit der besonderen Entwickelung des Musculus trapezius zusammenhängt, mit welcher Thatsache Fürbringer diesen Befund in kausalen Zusammenhang auch

---

[1]) Über die spino-occipitalen Nerven der Selachier und vergleichende Morphologie. Festschrift für Gegenbaur. 1897.

[2]) Ónodi, Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Hist. 1886.

[3]) Ónodi, Neurologische Mitteilungen. Arch. f. Anat. u. Physiol. Phys. Abt. 1887.

[4]) Wiener Akademie. 1878. Arbeit. d. Zool. Inst. d. Univ. Wien. 1878.

[5]) l. c.

bringt. Bei den Selachiern steht es also fest, dass wir es mit einem Nervenkomplex, mit der Vagusgruppe zu thun haben, welcher auch den Nervus accessorius in sich schliesst; die morphologische Erscheinung besteht in dem rekurrenten Verlauf der letzten Vaguswurzeln beim Hexanchus in einigen Fällen, in der Norm aber in der wichtigen Thatsache, dass ein Zweig des Vagus zum Musculus trapezius geht. Die Existenz dieses Zweiges ist äusserst wichtig für die uns interessierende Frage. Die vergleichend-anatomischen Untersuchungen Vetters und Fürbringers haben gezeigt, dass der Musculus trapezius bei den Selachiern, bei den höheren Vertebraten, Menschen, dem Musculus trapezius + Musculus sternocleidomastoideus entspricht, daher das Versorgungsgebiet des Accessorius spinalis beim Menschen und des Ramus accessorius vagi bei den Selachiern ein und dasselbe ist. Der Musculus cucullaris der menschlichen Anatomie hat in der neuen anatomischen Nomenklatur den Namen Trapezius erhalten.[1]) Bei den niederen Vertebraten hängt der makroskopische Verlauf der letzten hintersten Vaguswurzeln und die Existenz des Ramus aeeessorius von der verschiedenen Entwickelung und dem Vorhandensein des Musculus trapezius ab. Der Musculus trapezius kann enorm oder kleiner entwickelt, zurückgebildet sein oder bei gewissen Teleostiern fehlen, wo natürlieh auch der Ramus accessorius vagi nicht vorhanden ist. Bei den Dyspnoern finden wir keine Erwähnung von einem Accessorius, es werden die Gehirnnerven behandelt, der Vagus beschrieben. So beschreibt in seiner schönen Arbeit Pinkus[2]) beim Protopterus die Gehirnnerven mit Ausnahme des Accessorius. Bei den Amphibien ist auch kein Accessorius beschrieben. Nur in jener Form, wie wir ihn bei den Selachiern gesehen haben, als Zweig des Vagus. Gaupp[3]) beschreibt unter den Zweigen des Vagus den Accessorius: „Ramus accessorius, dieser Nerv führt die Elemente des Accessorius.“ Unter den Gehirnnerven erwähnt er ihn folgendermassen: „XI. Nervus accessorius ist als Ast des Nervus vagus, für den Musculus cucullaris bestimmt.“

Bei den Amnioten sehen wir den Accessorius konstant im

---

[1]) His, Anatomische Nomenklatur. 1895.

[2]) F. Pinkus, Die Hirnnerven des Protopterus annectens. Schwalbe, Morphol. Arbeiten. Bd. IV. 1895.

[3]) Gaupp, Eckers Anatomie des Frosches. 1899.

Bereiche der Medulla spinalis auftreten. So bei Sauropsieden zeigt der Vago-accessorius einen Ursprung, welcher sich bis in das Gebiet des ersten bis dritten freien Spinalnerven erstrecken kann. Bei den Säugetieren bewegt sich die hintere Grenze des Accessorius zwischen dem Niveau des zweiten bis siebenten Cervikalnerven. Wir wollen hier die einzelnen untersuchten Tiergattungen nieht erwähnen. Beim Menschen ist die hintere Grenze des Accessorius allgemein zwischen dem fünften und sechsten Cervikalnerven, es kommt auch vor, dass diese Grenze sich höher und tiefer vorfindet.

Der Accessorius wurde als ein selbständiger Nerv von Willisius[1]) besehrieben, weleher mit dem Vagus die Schädelhöhle verlässt, aber von der Medulla oblongata keine Wurzelfäden erhält. Die späteren Anatomen haben auch die aus der Medulla oblongata kommenden Wurzelfäden zum Aceessorius zugefügt. Wir wollen die alte Literatur, welehe um die Aceessoriusfrage entstand, nieht erwähnen. Wir heben nur hervor die Besehreibung[2]) Langers aus dem Jahre 1865: „Man muss die Elemente des Nervus aceessorius Willisii sondern in solehe, welehe noch im verlängerten Marke wurzeln, und in solche, welche weiter unten im Halsmarke entspringen. Die ersteren tritt der Aecessorius an den Vagus ab, und sie gehen ganz im Vagus unter; die letzteren aber verteilen sich im Vereine mit Spinalnervenzweigen im Sternoeleidomastoideus und Trapezius.“ Eine eingehende Untersuehung maehte später Holl[3]), indem er den spinalen Teil des Aeeessorius isolierte und zu folgendem Sehlusse kam: „Der Nervus aecessorius ist aus zwei heterogenen Nerven zusammengesetzt, die nur eine Streeke im Verlaufe enge aneinander gelagert sind, so dass sie scheinbar zu einem einzigen Nervenstamme versehmelzen, während Ursprung und peripherisehe Ausbreitung die Duplieität deutlieh veransehauliehen. Der Ramus internus ein reiner Hirnnerv, der Ramus externus ein reiner Rüekenmarksnerv sei.“

Unsere Erfahrungen können nur bekräftigen jene Thatsaehe, dass der Aeeessorius spinalis isoliert zu seinem Bestimmungsorte geht, wie dies die Fig. 1 sehön zeigt.

---

[1]) Cerebri anat. 1664.

[2]) Anatomie.

[3]) Über den N. accessorius. Arch. f. Anat. u Phys. 1878.

Die Scheidung in zwei Äste des Nervus accessorius ist in den Lehrbüchern der Anatomie allgemein aufgenommen worden, der Ramus internus wird als Accessorius vagi, der Ramus externus als Accessorius spinalis beschrieben. Wir wollen nicht aufzählen jene einzelnen Beobachtungen, welche sich auf die einzelnen Wurzelfäden, auf das Vorkommen von Ganglienzellen, auf die Verbindungen des Accessorius mit dem ersten und zweiten Cervikalnerven etc. beziehen. Diese morphologischen Erscheinungen haben mit der uns hauptsächlich beschäftigenden Frage nichts Näheres zu thun.

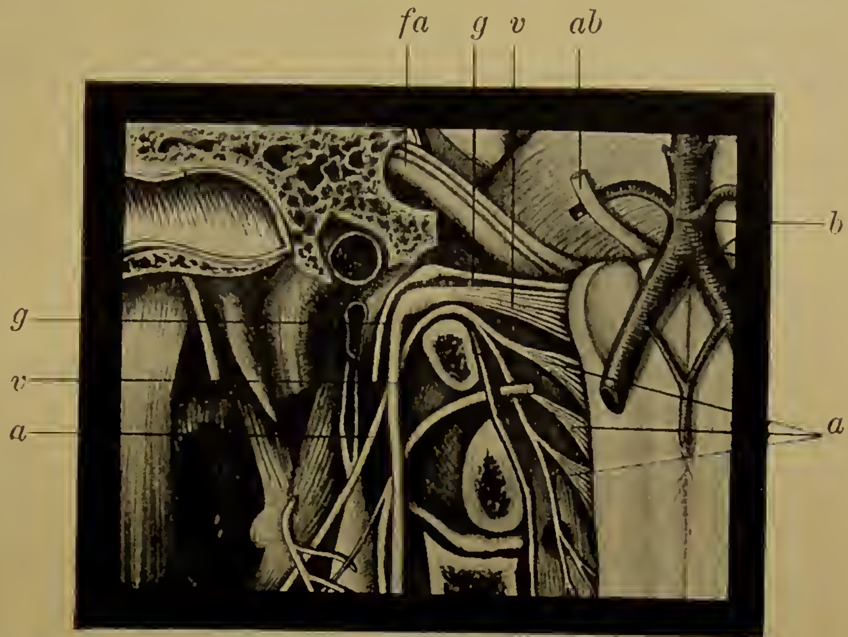


Fig. 1.
v Vagus, Wurzeln und Nervenstamm, *a* Accessorius, Wurzeln und Nervenstamm, *g* Glossopharyngeus, *f* Facialis, Acusticus, *b* arteria basilaris, abducens. (Testut.)

Nach diesen Erörterungen wollen wir im allgemeinen die morphologische Stellung des Nervus accessorius betrachten. Nach Gegenbaur[1]) sondert sich aus dem Komplex des Vagus der Nervus accessorius, welcher dem eigentlichen Vagus sich beiordnet. Als echten cerebralen Nerven betrachtet den Accessorius auch Wiedersheim[2]), welcher schon bei Selachiern im Vagus mit enthalten ist. „Es handelt sich also um einen Vago-Accessorius, und der primitive Accessoriusursprung gehört nicht dem Rückenmark, sondern dem Gehirn an.“ Lubosch[3]) kommt in seiner schönen Arbeit zu folgendem Schlusse: „Die Scheidung in einen Nervus accessorius vagi, und spinalis ist vom Standpunkte der vergleichenden Anatomie völlig unhaltbar.“ Nach Froriep ist eine scharfe Sonderung zwischen Vagus und Accessorius embryologisch und vergleichend-anatomisch nicht möglich. Bevor

---

[1]) Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 1898.
[2]) Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 1898.
[3]) Vergleich. anat. Untersuch. etc. Arch. f. mikrosk. Anat. 1899

wir noch die Resultate der grundlegenden Arbeit Fürbringers[1]) erwähnen, wollen wir kurz jene Ansichten berühren, welche entgegengesetzt den Accessorius als einen Spinalnerven betrachten. Aus rein anatomischen Gründen betrachtete Holl beim Menschen den Accessorius für einen Nerven von rein spinaler Natur. Haller[2]), der den Vagusursprung bei den Teleostiern studierte, ist der Ansicht, dass der Nervus accessorius eine neu aus Spinalnerven entstandene Nervengruppe ist, und darum muss die Einreihung seiner Centren an die Vagus-Hypoglossuscentren als eine sekundäre Erscheinung aufgefasst werden.

Grabower[3]) leugnet die Existenz eines dem Gehirn angehörigen Accessorius vagi und betrachtet den Accessorius als einen spinalen Nerven, als Abkömmling aus dem spinalen Nervensystem. Chiarugi[4]) sondert auf Grund ontogenetischer Befunde den Accessorius spinalis gänzlich vom Accessorius vagi ab; Ersterer gehöre zu dem System der ventralen Wurzeln der Occipital- und Cervicalnerven, Letzterer repräsentiere einen Teil der ursprünglichen dorsalen Nervenleiste; auch sei der Accessorius spinalis eine den Säugetieren eigentümliche Bildung, welche den Sauropsiden, die bloss einen Accessorius vagi besässen, abgehe.

Fürbringer hat den schwierigsten Punkt der Frage, wie der Accessorius spinalis der höheren Vertebraten im Bereiche des Rückenmarkes doch zur Medulla gehörend einen wahren Gehirnnerven darstellt durch genial durchdachte und vergleichend-anatomisch begründete Betrachtungen zu lösen gesucht. In seinen oben erwähnten brieflichen Äusserungen, wie in seinem grundlegenden Werke erklärt er diese verwickelte morphologische Erscheinung aus gewissen Vorwanderungsprozessen und Vorschiebungsprozessen des Rückenmarkes und der spinalen Elemente in einer Weise, dass die Umstülpung der Medulla oblongata durch das Rückenmark erfolgte und das Ursprungsgebiet des Accessorius spinalis als wirkliches hinteres inneres Ende der Medulla oblongata von der Medulla spinalis eingeschlossen wird. Diese Erklärung ist genial durchdacht und mit schwerwiegenden vergleichend-anatomischen Factis phylogenetisch meisterhaft ausgeführt.

---

[1]) Die spino-occipitalen Nerven etc. Festschr. f. Gegenbaur. 1897.
[2]) Festschr. f. Gegenbaur. 1897.
[3]) Arch. f. Laryngol. 1894.
[4]) Fürbringer, l. c.

Nach dem bisher Gesagten stehen zwei unumstössliche Thatsachen fest, dass der Nervus accessorius embryologisch, vergleichend-anatomisch und phylogenetisch vom Vagus ebenso wenig getrennt werden kann, wie andererseits die strenge Sonderung des Accessorius vagi vom Accessorius spinalis nicht möglich ist. Die Zusammengehörigkeit dieser beiden Teile miteinander und mit dem Vagus steht phylogenetisch fest, aber ebenso fest steht die Thatsache der innigen Zusammengehörigkeit des Vagus mit dem Accessorius vagi, welche sowohl durch ihren anatomischen Ursprung und Verlauf, wie durch ihre intramedullären Verhältnisse einen untrennbaren Komplex darstellen. Diese Thatsache stellen wir jener vergleichend-anatomischen Thatsache gegenüber, welche sich auf die Urform des Accessorius und auf das Wesen des Accessorius spinalis beim Menschen bezieht. Wir haben gesehen, dass bei Fischen und Amphibien der Accessorius in Form eines Zweiges des Vagus auftritt, welcher den Musculus trapezius innerviert, wir haben gesehen, dass dieser Muskel genau dem Musculus trapezius + sternocleidomastoideus der höheren Vertebraten des Menschen entspricht. Aber nicht nur die Muskeln stehen phylogenetisch als homodyname Muskeln da, sondern die hintersten Vaguswurzeln bilden phylogenetisch die Bestandteile des Ramus accessorius der niederen Vertebraten und des Accessorius spinalis bei den Säugetieren und Menschen. Beim Menschen ist der Accessorius spinalis so peripherisch differenziert, dass sein anatomischer Ursprung vom Rückenmark und sein isolierter Verlauf zu seinem Endgebiete ihm ein entschieden selbständiges Gepräge verleiht, und dabei ist er vollständig gleichwertig jenem Nervenzweige, welcher die Urform des Accessorius bei den Selachiern darstellt. Wenn wir diese phylogenetische Thatsache vor Augen halten und in vergleichend-anatomischem Sinne die Einheit der beiden Teile des Accessorius aufrecht erhalten, so können wir uns ohne jede Bedenken erlauben, in der menschlichen descriptiven Anatomie die beiden Teile insofern zu sondern, dass wir die einheitlichen extra- und intramedullär innig zusammenhängenden Vaguswurzeln, also den Vagus und den Accessorius vagi, als einen anatomischen Komplex behandeln und den anderen Teil den Accessorius spinalis als einen peripherisch differenzierten isoliert zu seinem bestimmten Versorgungsorte verlaufenden Nerven betrachten. Anatomisch und physiologisch steht somit der Accessorius spinalis ganz klar-

gestellt. Der Vagus und Accessorius vagi enthält Fasern, deren Versorgungsgebiete als dem Vagus angehörend bekannt sind. Wenn wir jene Konfusionen und Irrtümer vor Augen haben, welche die unnatürliche Trennung des Vagus von dem Accessorius vagi bei den Säugern und Menschen zur Folge hatte, und sehen, dass wir bei der descriptiv-anatomischen wie physiologischen Behandlung des Vagus mit dem Accessorius vagi keineswegs in Kollision kommen mit der vergleichenden Anatomie und Phylogenie, so können wir mit ruhigem Gewissen, ich betone: nur aus praktischen Gründen, diesen Vorschlag annehmen. Wir haben die brieflichen Mitteilungen wiedergegeben, welche diesen Standpunkt nicht abgelehnt haben, wenn auch die morphologische Zusammengehörigkeit betont wurde.

Unsere neueren physiologischen Kenntnisse stehen auch mit den vergleichend-anatomischen Thatsachen in Einklang. In der That gehören in die Innervierungsgebiete des Vagus Pharnyx und Kiemenapparat, Kehlkopf, Herz, Lunge, Schwimmblase, ein wechselnd grosser Abschnitt des Darmkanals, Oesophagus, Magen und die übrigen Organe der Oberbauchgegend. Gaupp sagt in der Anatomie des Frosches, „der Vagus ist ein gemischter Nerv, seine motorischen Fasern sind bestimmt für . . . . . . und die Kehlkopfmuskeln.“ Wir sehen also, dass bei den niederen Vertebraten, der N. accessorius als Innervator eines Muskelgebietes existiert, welche Thatsache sich bei den Säugern und Menschen in dem Accessorius spinalis offenbart. Warum sollte beim Menschen gerade der Kehlkopf mit Gewalt in das Innervierungsgebiet des Accessorius gezogen werden?

Wir wissen, dass dort, wo noch keine Spur von einem Kehlkopfe und von einem Accessorius ist, nämlich bei den niedersten Vertebraten, die der Pharnyxmuskeln entsprechende Kiemenmuskulatur vom Vagus versorgt wird. Und wo noch kein Kehlkopf existiert, aber die Urform des Accessorius aufgetreten ist, bei den Selachiern, finden wir dieselben Verhältnisse, die Innervierung der Kiemenmuskulatur vom Vagus. Wir erwähnen absichtlich nicht den Glossopharyngeus, weil er uns bei dieser Gelegenheit fern steht. Die erste Spur, welche auf einen Kehlkopf deuten liesse, wäre nach Wiedersheim bei Dipnoern zu finden. Man gerät von der Glottis aus in einen sackartigen unpaarigen Raum, welcher gleichsam ein Vestibulum pulmonis darstellt. Ein genetisch auf die Pharnyxmuskulatur zurück-

führbarer erweiternder Muskel (Dilatator glottidis) ist gut ausgebildet, an Stelle eines muskulösen Verengerers (Sphincter glottidis) aber fungiert eine aus elastischen Fasern gebildete Ringfalte. Der Innenvator dieser Muskeln ist ebenfalls der Vagus. Das Kehlkopfgerüst und die Kehlkopfmuskeln sind in ihrer ersten Form bei den Amphibien zu treffen. Göppert[1]) hatte eine eingehende Arbeit über die Kehlkopfmuskulatur der Amphibien und deren Abstammung veröffentlicht. Wir wollen seine Schlussfolgerungen citieren:

„Die Kehlkopfmuskeln sind von zwei Pharynxmuskeln, dem Dorsopharyngeus und dem Hyopharyngeus abzuleiten. Wir konnten dabei zeigen, dass sowohl der Dilatator, wie der Constrictor laryngis in ihrem ursprünglichen Verhalten noch unzweideutige Beziehungen zur Pharynxmuskulatur zeigen. Sie beeinflussen hier nicht nur das Lumen des Kehlkopfes, sondern gleichzeitig das des Pharynx, nehmen also eine Zwitterstellung zwischen Pharynx und Kehlkopfmuskeln ein. Von diesem Zustand aus entwickelte sich erst eine Muskulatur, die dem Kehlkopf ausschliesslich angehörte und damit gleichzeitig zu höherer Leistung für das Organ befähigt war, als es bei dem primitiven Verhalten der Fall sein konnte. Für den Gang der phylogenetischen Entwickelung der Kehlkopfmuskulatur hat sich also aus der vorliegenden Untersuchung ergeben, dass ganz allmählich Teile der Schlundmuskulatur ihre primitive Anordnung und Wirkungsweise aufgaben zu Gunsten einer neu erworbenen und sich weiter ausbildenden Beziehung zu den Luftwegen und dass auf diesem Wege schliesslich reine Kehlkopfmuskeln aus Pharynxmuskeln sich entwickelten."

Es ist also nachgewiesen, dass die Kehlkopfmuskulatur bei den niederen Vertebraten aus der Pharynxmuskulatur entsteht, und somit haben wir den phylogenetischen Beweis, dass die Pharynxmuskulatur resp. Kehlkopfmuskulatur das Innervationsgebiet des Vagus bildet bei den niederen Vertebraten ebenso wie der Musculus trapezius das Innervationsgebiet des Accessorius bildet. Bei den Amphibien, wo die erste Form des Kehlkopfgerüstes auftritt, und wo die Kehlkopfmuskulatur nachweisbar aus der Pharynxmuskulatur abstammt, existiert der Accessorius

[1]) E. Göppert, Die Kehlkopfmuskulatur der Amphibien. Morphologisches Jahrbuch. Bd. XXII. 1894.

nur in Form eines Vagusastes für den Musculus trapezius, ebenso wie bei den Fischen, wo noch kein Kehlkopf vorhanden ist.

Wir haben also den schlagendsten phylogenetischen Beweis, welcher den neueren physiologischen Thatsachen entspricht, dass der eigentliche Accessorius mit dem Kehlkopfe nichts zu thun hat. Ebenso wie sich das Innervirungsgebiet des Accessorius von der ersten Urform der Selachier bis zur entwickelten Form des Accessorius spinalis beim Menschen gleichwertig erhalten hat in dem Musculus trapezius der niederen Vertebraten und in dem Musculus trapezius + sternocleidomastoideus der höheren Vertebraten und des Menschen, so ist das Innervirungsgebiet des Vagus von den niedersten Vertebraten bis zum Menschen die entsprechende Pharynxmuskulatur und die aus ihr stammende Kehlkopfmuskulatur.

Nach diesen vergleichend-anatomischen und phylogenetischen Erörterungen schreiten wir zur Schilderung des Ursprunges und der anatomischen Verhältnisse der Kehlkopfnerven. Unser Kapitel trägt den Titel Nervus vagus, aus dessen Elemente die Kehlkopfnerven entstehen. Da wir die einzelnen Kehlkopfnerven in besonderen Kapiteln beschreiben werden, wollen wir bei dieser Gelegenheit die anatomischen Verhältnisse des Stammes der Kehlkopfnerven, des Nervus vagus, vom Austritte aus dem verlängerten Marke bis zum Eintritte in die Brusthöhle näher betrachten.

Der Nervus vagus erscheint als gemischter Nerv mit seinen Wurzelfäden an der lateralen Seite des verlängerten Markes. Die in der Zahl wechselnden Wurzelfäden, 10—15 oder mehr treten in der lateralen hinteren Furche der Medulla oblongata aus, unter den Nervus glossopharyngeus, einen flachen Wurzelkomplex bildend (Fig. 1). Die Wurzelbündel lateralwärts verlaufend bilden im Foramen jugulare den Nervenstamm des Vagus, welcher vom Nervus glossopharyngeus und von der Vena jugularis in einer besonderen Scheide getrennt ist; der Nervus accessorius reiht sich ihm an. Im Foramen jugulare verbindet im Nervenstamm des Vagus die zusammenfliessenden Wurzelfäden ein 4—5 mm grosses Ganglion, das Wurzelganglion des Vagus (Ganglion jugulare nervi vagi). Der medullare Teil des Accessorius fliesst mit dem Vagus zusammen. Vom Ganglion jugulare oder unterhalb desselben entspringt der Nervus auricularis nervi vagi, oben steht der Kopfteil des Vagus mit dem

Ganglion des Glossopharyngeus und ferner mit der Dura mater in Verbindung. Der Vagus verlässt durch das Foramen jugulare die Schädelhöhle und am Hals zwischen der Vena jugularis interna, Glossopharyngeus und Hypoglossus liegend, dann zwischen der Vena jugularis interna, Carotis interna und Halssympathicus nach unten verlaufend, bildet der Nervenstamm mit ein längliches Ganglion (Ganglion cervicale nervi vagi) ein gangliöses Geflecht (Plexus nodosus). Das Halsganglion und das gangliöse Geflecht des Vagus kann in Verbindung stehen mit dem Glossopharyngeus und mit dem Hypoglossus, gewöhnlich sind sie mit dem obersten sympathischen Halsganglion und mit dem spinalen Halsgeflecht verbunden; von diesem Teile des Vagus entspringen die Rami pharyngei und der Nervus laryngeus superior. Von da aus zieht der Nervenstamm zwischen der Vena jugularis und Carotis interna, vor dem sympathischen Grenzstrange in einer Gefässscheide am Halse zur Brusthöhle. In der oberen Öffnung der Brusthöhle kommt der Vagus hinter der Vena anonyma und seitwärts von der Carotis communis zu liegen. Der rechte Vagus geht vor der Arteria subclavia, der linke Vagus vor dem Arcus aortae in die Brusthöhle nach unten. An dieser Übergangsstelle des Vagus zwischen Hals und Brusthöhle entspringen der Nervus laryngeus inferior und die Rami tracheales inferiores.

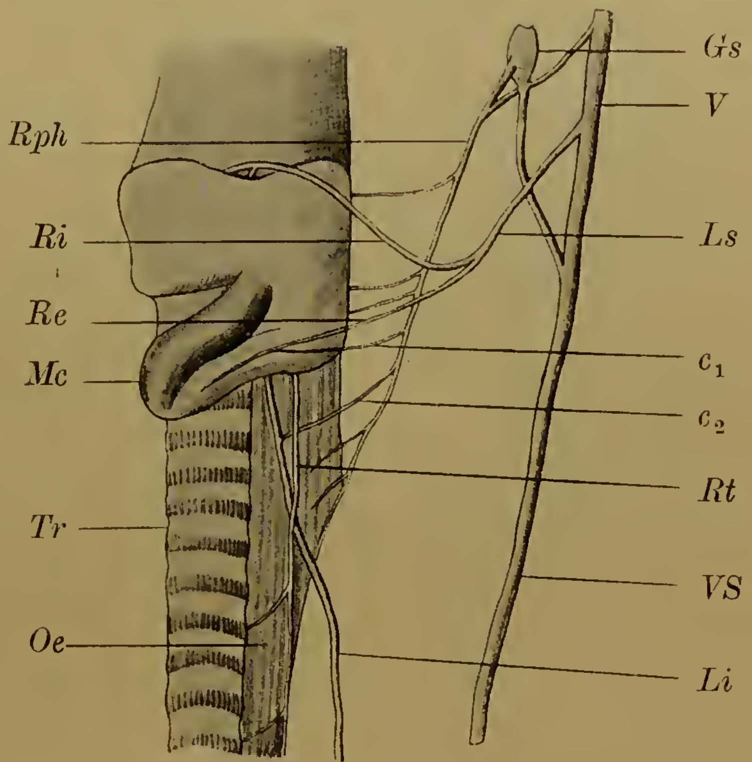


Fig. 2.

Hund: *Gs* oberes Ganglion des Halssympathicus, *V* Vagus, *Ls* oberer Kehlkopfnerv, *Rph* Ramus pharyngeus vagi, *Ri* Ramus internus n. lar. sup., *Re* Ramus externus n. lar. sup., c_1 Verbindung zwischen dem Ram. pharyng. vagi und dem Ram. ext. n. lar. sup., c_2 Verbindung zwischen dem Ram. phar. vagi und dem unteren Kehlkopfnerven, *Rt* Ramus trachealis n. lar. sup., *VS* Vagosympathicus, *Li* unterer Kehlkopfnerv, *Mc* Musculus cricothyreoideus, *Tr* Luftröhre, *Oe* Speiseröhre.

Als Varietät kann es beim Menschen vorkommen, dass das Ganglion jugulare des Glossopharyngeus und des Vagus sich zu einem Ganglion (Ganglion intervertebrale capitis posterius) vereinigen (Krause). Als Varietäten sind erwähnt die Verbindung des Glossopharyngeus mit dem Vagus (Krause) und die Verbindung der Chorda tympani mit dem Vagus (Cruveilhier). Manchmal zeigt der Vagus in seinem Verlaufe Veränderungen, so kann der Vagus am Halse vor der Vena jugularis interna und der Carotis interna verlaufen (Dubreuil, Malgaigne). Der Nervenstamm kann sich am Hals in zwei Bündel teilen, welche nebeneinander parallel verlaufen (Andersch, Henle). Es kann vorkommen, dass der Vagus am Hals mit dem sympathischen Grenzstrange verläuft (Longet).

Bei Tieren ist hervorzuheben, dass beim Hunde der Vagus und der sympathische Grenzstrang am Hals eng verbunden verläuft und einen scheinbaren gemeinschaftlichen Stamm (Vagosympathicus) bildet (Fig. 2). An einzelnen Exemplaren der Selachii habe ich an den Wurzelbündeln des Vagus gut ausgeprägte, den Spinalganglien homologe Ganglien gefunden.



II. Der obere Kehlkopfnerv. (Nervus laryngeus superior.)

Der obere Kehlkopfnerv entspringt unter dem gangliösen Geflecht des Vagus, geht an der medialen Seite der Carotis interna nach vorne und unten und teilt sich in einen äusseren und einen inneren Ast. Der obere Kehlkopfnerv steht in Zusammenhang mit den obersten sympathischen Halsganglien, mit dem Plexus pharyngeus und mit dem die Carotis externa umgebenden Geflechte.

Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven (Ramus externus nervi laryngei sup.) ist viel schwächer als der innere Ast, und verläuft längs des Musculus constrictor pharyngis inf., dem er auch Zweige verleiht, zum Musculus cricothyreoideus, zu seinem Bestimmungsorte (Fig. 3). Er kreuzt auf seinem Wege den Plexus pharyngeus, mit welchem er in Verbindung steht, ausserdem nimmt er vom obersten sympathischen Halsganglion einen Faden auf und steht mit dem Ramus cardiacus superior auch in Verbindung.

Der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven (Ramus internus nervi laryngei sup.) ist ein ausschliesslich sensibler Nerv, innerviert grösstenteils die Schleimhaut des Kehlkopfes und durchbohrt in Begleitung der Arteria laryngea superior die Membrana hyothyreoidea, um zur Schleimhaut des Kehlkopfes zu gelangen. Die auseinandergehenden Bündel des inneren Astes können in zwei Gruppen geteilt werden, indem sie ihre Richtung nach oben und unten einnehmen; die oberen versehen die Schleimhaut im Gebiete der Epiglottis, die vordere und hintere Fläche der Epiglottis, die Plica glossoepiglottica und die Plicae aryepiglotticae (Rami epiglottici, Rami aryepiglottici); die unteren Zweige des inneren Astes gehen zum grössten Teil zur Schleimhaut des Kehlkopfes, teilweise zur die hintere Kehlkopfwand bedeckende Rachenschleimhaut. Ein Teil der Nervenfäden ver-

sieht die Schleimhaut bis zur Stimmritze, einige Fäden verlaufen im Gebiete des Musculus arytaenoideus transversus, durchbohren denselben sogar (Rami perforantes), um zur Stimmritze und zu dem tieferen Teile der Schleimhaut zu gelangen. Ein Zweig verläuft an der hinteren Fläche des Musculus cricoarytaenoideus posticus nach unten und verbindet sich mit dem unteren Kehlkopfnerven, die sogenannte Galensche Schlinge (Ansa Galeni) bildend. Endlich versehen einige Fäden die hintere Fläche des Ringknorpels und den Musculus cricoarytaenoideus posticus bedeckende Rachenschleimhaut (Rami pharyngei [Fig. 4]).

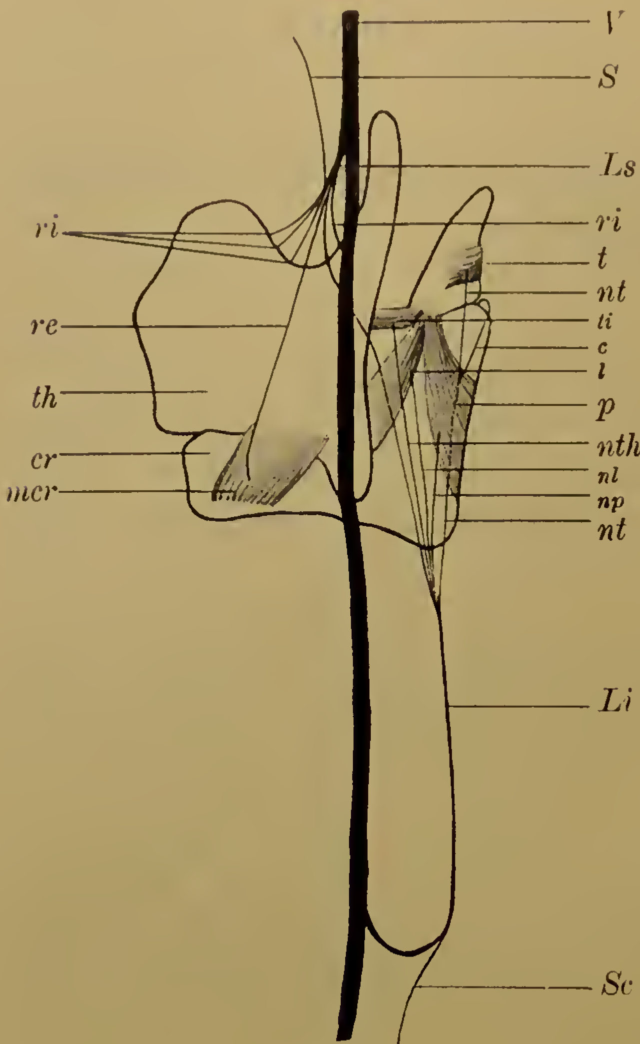


Fig. 3.
Verlauf und Anordnung der motorischen und sensiblen Nerven des menschlichen Kehlkopfes: *V* Vagus, *Ls* oberer Kehlkopfnerv, *ri* der innere Zweig des oberen Kehlkopfnerven, *re* der äussere Zweig des oberen Kehlkopfnerven, *S* Verbindung mit d. sympathischen Nervensystem, $r_1 r_2 r_3$ Schleimhautzweige des oberen Kehlkopfnerven, *th* Schildknorpel, *cr* Ringknorpel, *l* Musculus cricoarytaenoideus lateralis, *p* Musculus cricoarytaenoideus posticus, *t* Musculus arytaenoideus transversus, *Li* unterer Kehlkopfnerv, *nt* Nerv des Musculus arytaenoideus transversus, *c* Verbindungszweig, *np* Nerv des Musculus cricoarytaenoideus posticus, *nl* Nerv des Musculus cricoarytaenoideus lateralis, *nth* Nerv des Musculus thyreoarytaenoideus, *Sc* Verbindung mit dem Sympathicus und mit den Herznerven, *ti* Musculus thyreoarytaenoideus, *mcr* Musculus cricothyreoideus.

Der obere Kehlkopfnerv und seine Äste zeigen beim Menschen folgende Varietäten. Der obere Kehlkopfnerv kann vor der Carotis interna verlaufen (Krause). Bevor sich der Stamm des oberen Kehlkopfnerven in seine Äste teilt, sendet er feine Fäden der Carotis interna entlang zur Scheide der Carotis communis (Führer). Der äussere Ast des oberen oberen Kehlkopfnerven sendet einen Zweig durch den Musculus cricothyreoideus oder oberhalb desselben zur Schleimhaut un-

terhalb d. Stimmritze (Luschka). Der obere Kehlkopfnerv kann in Verbindung stehen mit d. Glossopharyngeus (Cruveilhier), ferner mit dem Halsteil des sympathischen Grenzstranges (Chassaignac). Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven tritt in verschiedener Weise in Verbindung mit dem Ramus cardiacus superior. Diese Verbindung kann eine einfache, eine doppelte sein, sie kann auch fehlen, da der Ramus cardiacus superior allein vom äusseren Aste d. oberen Kehlkopfnerven entspringt. Sowohl von den sympathischen Verbindungen wie auch von dem Nervus depressor wird später noch ausführlicher die Rede sein. Der Stamm des oberen Kehlkopfnerven kann mit dem unteren sympathischen Halsganglion in Verbindung stehen (Thanhoffer), wie es

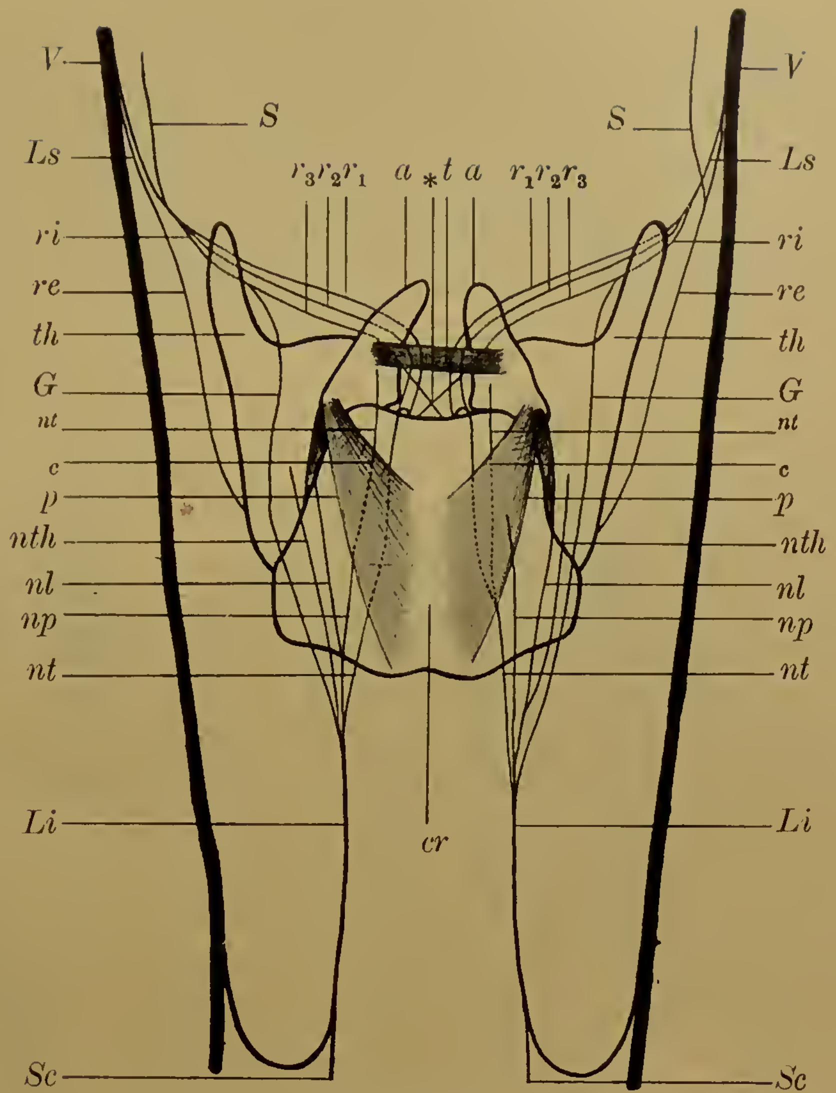


Fig. 4.

Verlauf und Anordnung der motorischen und sensiblen Nerven des menschlichen Kehlkopfes: *V* Vagus, *Ls* oberer Kehlkopfnerv, *ri* der innere Zweig des oberen Kehlkopfnerven, *re* der äussere Zweig des oberen Kehlkopfnerven, *S* Verbindung mit dem sympathischen Nervensystem, $r_1 r_2 r_3$ Schleimhautzweige des oberen Kehlkopfnerven, *G* Galenische Schlinge, * Kreuzung der sensiblen Fasern, *th* Schildknorpel, *a* Giesskannenknorpel, *cr* Ringknorpel, *l* Musculus cricoarytaenoideus lateralis, *p* Musculus cricoarytaenoideus posticus, *t* Musculus arytaenoideus transversus, *Li* unterer Kehlkopfnerv, *nt* Nerv des Musculus arytaenoideus transversus, *c* Verbindungszweig, *np* Nerv des Musculus cricoarytaenoideus posticus, *nl* Nerv des Musculus cricoarytaenoideus lateralis, *nth* Nerv des Musculus thyreoarytaenoideus, *Sc* Verbindung mit dem Sympathicus und mit den Herznerven.

Fig. 5 zeigt. Eine meiner Beobachtungen bezieht sich auf ein Nervengeflecht, welches zwischen Vagus und Laryngeus superior 1 cm breit und 2,5 cm lang war. An der lateralen Seite des Geflechtes, mit demselben verbunden, entsprang aus dem Vagus der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven, den äusseren Ast bildet gänzlich das Geflecht (Figur 6). In einem Falle nahm der äussere Ast mit zwei

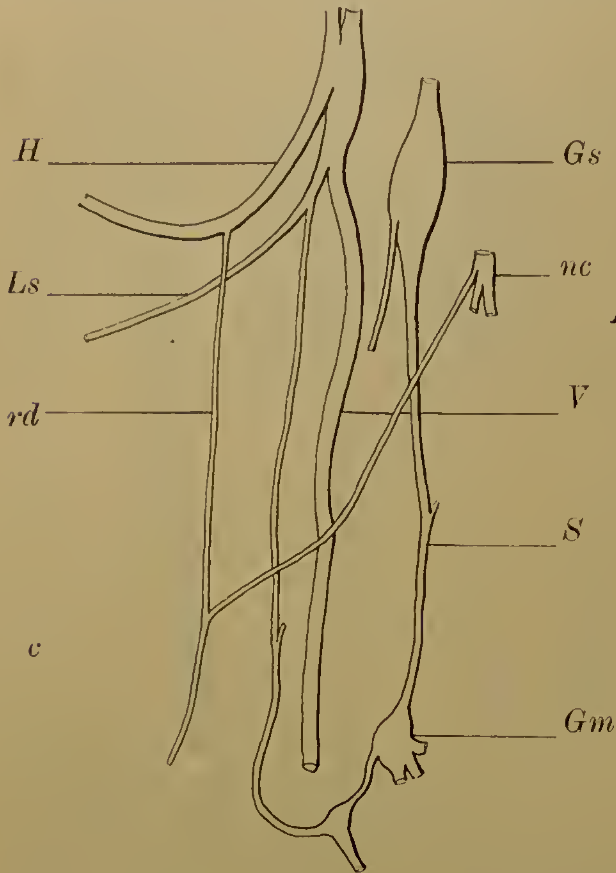
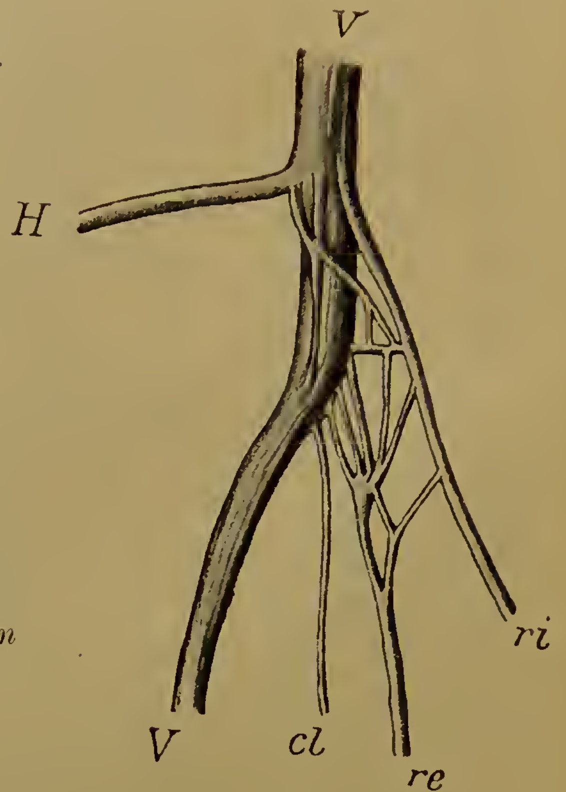


Fig. 35.
H Hyppoglossus, *rd* sein absteigender Ast, *nc* Geflecht der Halsnerven, *Gs* oberstes sympathisches Halsganglion, *Ls* oberer Kehlkopfnerv, *V* Vagus, *S* sympathischer Grenzstrang, *Gm* mittleres sympathisches Halsganglion, *c* seine Verbindung mit dem oberen Kehlkopfnerven.



Figur 36.
Mensch: *V* Vagus, *H* Hypoglossus, *ri* innerer Ast des oberen Kehlkopfnerven, *re* äusserer Ast, *cl* Ramus cardiacus nervi laryngei sup.

Wurzeln seinen Ursprung (Figur 7), die eine vom oberen Kehlkopfnerven, die andere vom Vagus. In einem anderen Falle nahm sowohl der innere wie der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven isoliert seinen Ursprung vom Vagus (Figur 8). In einem Falle entsprang mit zwei Wurzeln der obere Kehlkopfnerv vom Vagus (Figur 9). Der äussere Ast kann einen feinen Faden zur Schilddrüse senden (Meckel, Reid, C. Mayer).

Was das Verhältnis des oberen Kehlkopfnerven bei Tieren zum Nervus depressor und zu den sogenannten mittleren Kehlkopfnerven betrifft, so wird dasselbe in den betreffenden Kapiteln näher berührt werden. Beim Pferd beobachtete ich in

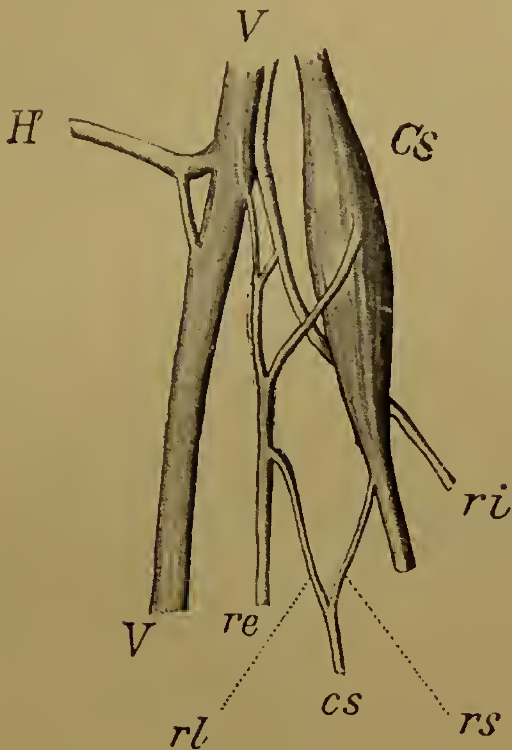


Fig. 7.

Mensch: *V* Vagus, *H* Hypoglossus, *Gs* oberes sympathisches Halsganglion, *ri* innerer Ast des oberen Kehlkopfnerven, *re* äusserer Ast, *cs* Ramus cardiacus superior, rl Wurzel vom Ramus externus, *rs* Wurzel vom sympathischen Ganglion.

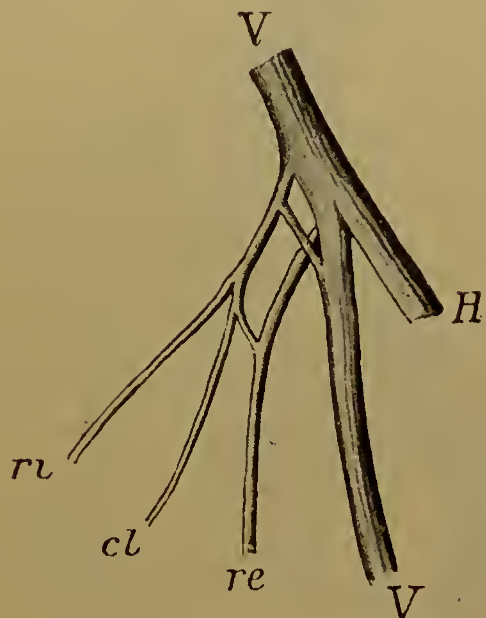


Fig. 8.

Mensch: *V* Vagus, *H* Hypoglossus, *ri* innerer Ast des oberen Kehlkopfnerven, *re* äusserer Ast, *cl* Ramus cardiacus nervi laryngei sup.

einem Falle, dass der obere Kehlkopfnerv sich aus einem 3 cm langen Geflechte bildete, und sich erst nachher in seine normalen Zweige teilte (Figur 10). Nach Günther (Topographische Myologie des Pferdes 1866) innerviert der erste Halsnerv den Musculus cricothyreoideus. Dasselbe bekräftigt Franck (Handbuch der Anatomie der Haustiere 1871). Chauveau (Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques 1871) hingegen fand immer den Nerv, der vom

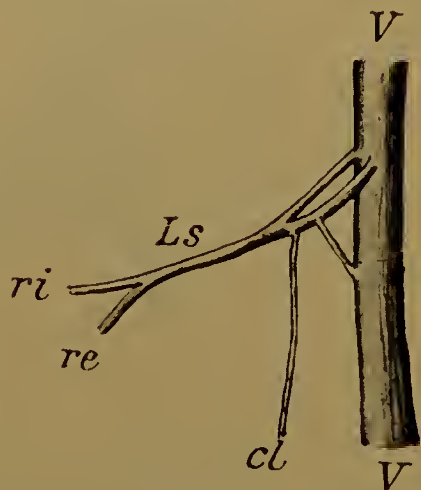


Fig. 9.

Mensch: *V* Vagus, *Ls* Laryngeus superior, *ri* innerer Ast, *re* äusserer Ast, *cl* Ramus cardiacus nervi laryngei sup.

Stamme des Vagus oder von dessen Pharynxzweige entspringend, sich in den Muskel einsenkt und der beim Menschen dem äusseren Aste des oberen Kehlkopfnerven entspricht. Breisacher (Munk. Archiv. für Anatomie und Physiologie 1891) und Müller (ibidem) konstatierten die von Chauveau beschriebenen Verhältnisse, mit dem Unterschied, dass in einzelnen Fällen der zum Hyothyreoideus gehende, vom ersten Halsnervenentspringende Zweig einen feinen Faden dem Musculus cricothyreoideus giebt. Bei den Saurier ist der rekurrente Verlauf des oberen Kehlkopfnerven beobachtet worden (v. Bemmelen) was ich bei Hatteria punctata auch gefunden habe.

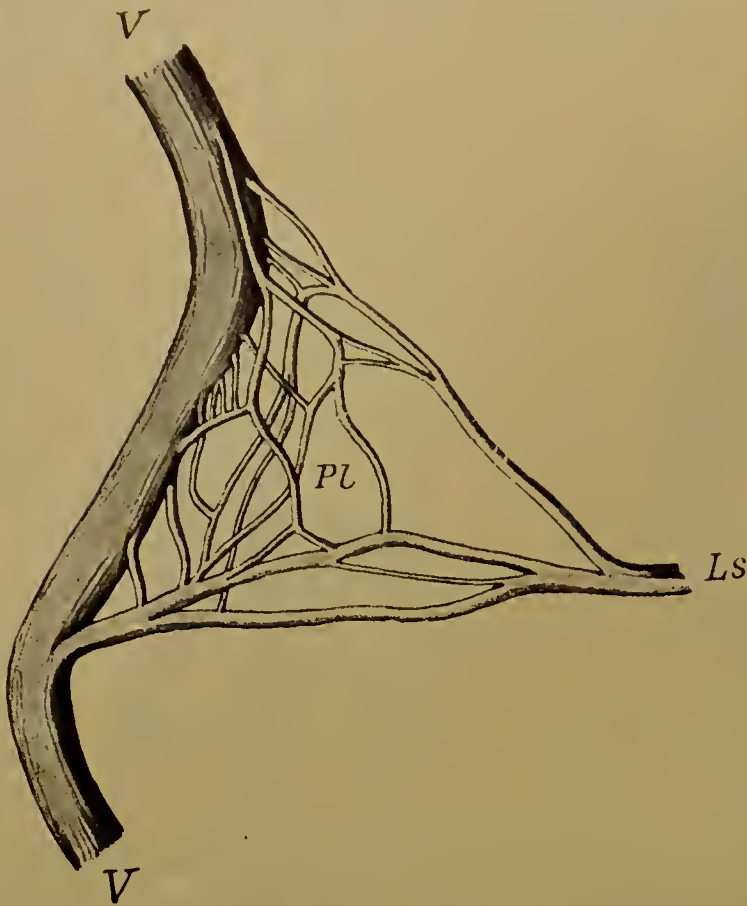


Fig. 10.
Pferd: *V* Vagus, *Ls* Laryngeus superior, *Pl* Geflechtbildung.

III. Der untere Kehlkopfnerv (Nervus laryngeus inferior).

Der untere Kehlkopfnerv entspringt dem Stamme des Nervus vagus im oberen Teile der Brusthöhle und umschlägt sich schlingenförmig rechts um die Subclavia dextra, links um den Arcus aortae und läuft beiderseitig hinter der gemeinsamen Kopfschlagader in der Furche zwischen der Luftröhre und Speiseröhre zum Kehlkopf. Infolge dieses verschiedenen Ursprunges des Laryngeus inferior hat der rechte Rekurrens einen kürzeren, der linke einen längeren Verlauf. Der Rekurrens giebt nahe zu seinem Ursprunge die Rami cardiaci inferiores, welche zum Plexus cardiacus ziehen, ferner steht der Stamm des unteren Kehlkopfnerven mit dem mittleren und unteren sympathischen Halsganglion in Verbindung und sendet in seinem unteren Verlaufe zwischen Luftröhre und Speiseröhre die Rami tracheales et oesophagei. Der Stamm des Rekurrens teilt sich sodann am unteren Rande des Constrictor pharyngis inferior, oder diesen Muskel durchbohrend im Gebiete der hinteren lateralen Kehlkopfwand in einen medialen und einen lateralen Ast, unter denen der erstere mit dem verbindenden Zweige (Ansa Galeni) des oberen Kehlkopfnerven zusammenfliesst. Der mediale Ast teilt sich in zwei Zweige, der eine versieht den Cricoarytae-

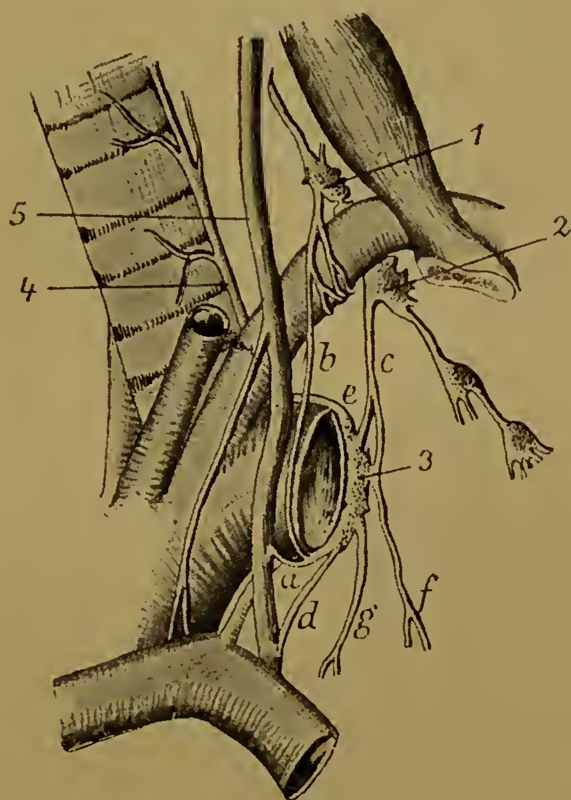


Fig. 11.

noideus posticus, der andere senkt sich hinter diesem Muskel laufend, an dessen oberen Rande in die Fasern des Arytaenoideus transversus und steht mit den von uns beschriebenen und später zu besprechenden Nervenfäden des inneren Astes des oberen Kehlkopfnerven in Verbindung.

Der laterale Ast des unteren Kehlkopfnerven teilt sich in mehrere Zweige, der eine versieht den Cricoarytaenoideus lateralis, der andere die Musculi thyreoanytaenoideus internus et externus, der dritte begiebt sich zu den Muskeln des Kehldeckels (Mm. thyreo- et aryepiglotticus). Der untere Kehlkopfnerv versieht daher, mit Ausnahme des Cricothyreoideus, sämtliche Muskeln des Kehlkopfes mit motorischen Nervenästen (Fig. 3, 4).

Was die Varietäten der unteren Kehlkopfnerven betreffen, so kann der normale Verlauf fehlen (Stedmann, Hart), der Recurrens umschlägt nicht die erwähnten Gefässstämme, sondern entspringt am Halse vom Vagus und geht direkt zum Kehlkopf. Dieser abnorme Verlauf steht mit der abnormen Entwickelung der grossen Gefässe in Verbindung, indem wir es da mit einem aus der embryonalen Zeit zurückgebliebenen abnorm entspringenden und verlaufenden Gefässe zu thun haben, so dass die embryonale Lage des unteren Kehlkopfnerven erhalten bleibt. Der untere Kehlkopfnerv kommt manchmal doppelt vor (Krause). In einem Falle gab er Fäden zur Schilddrüse (Schlemm). Der laterale Ast des unteren Kehlkopfnerven sendet manchmal dem Cricothyreoideus, Fäden (Valentin Arnold, Bach, Krause, Ónodi). Der untere Kehlkopfnerv verdankt manchmal einen ansehnlichen Teil seiner Fasern der Verbindung mit dem Sympathicus (Lenhossék), die Fig. 11 zeigt das Ganglion (3), aus welchem die den Recurrens (4) bildenden zwei Wurzeln stammen.

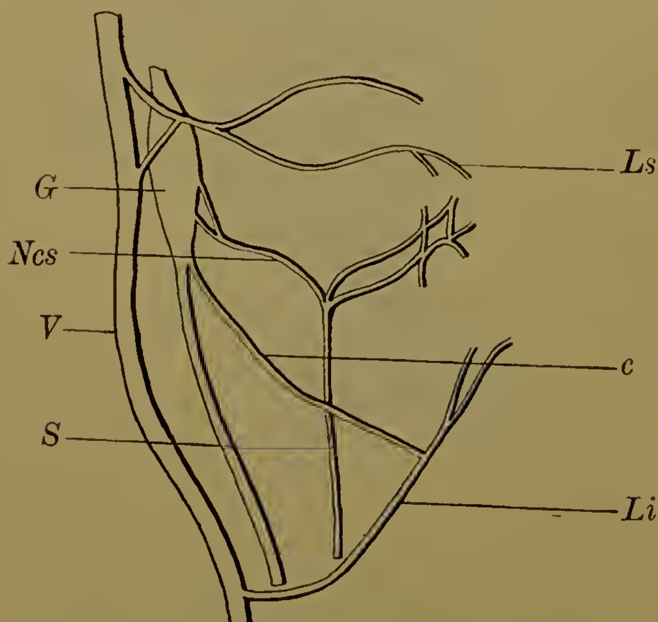


Fig. 12.
Ls oberer Kehlkopfnerv, *G* oberstes Ganglion des Halssympathicus, *Ncs* Nervus cardiacus superior, *V* Vagus, *S* Sympathicus, *Li* unterer Kehlkopfnerv, *c* sympathische Verbindung.

Die Kreuzung des Recurrens mit der Arteria thyreoidea inferior kann fünf Varietäten aufweisen, der Nerv kreuzt die Arteria thyreoidea vor ihrer Teilung oberhalb oder unterhalb, ferner kreuzt der Nerv die Arteria thyreoidea nach ihrer Teilung oberhalb, unterhalb oder zwischen den Zweigen (Poirier).

Bei der Testudo kann der untere Kehlkopfnerv schwächer entwickelt sein, beim Krokodil ist der untere Kehlkopfnerv schwächer als der obere und bei den Schlangen fehlt der untere Kehlkopfnerv (van Bemmelen).

Der Recurrens kann mit dem obersten Ganglion des Halssympathicus in Verbindung stehen (Alpiger), wie Fig. 12 zeigt.

IV. Der mittlere Kehlkopfnerv (Nervus laryngeus medius).

Da von der physiologischen Bedeutung des mittleren Kehlkopfnerven in einem späteren Kapitel ausführlicher die Rede sein wird, so wollen wir hier nur erwähnen, dass der von Exner beim Hunde und beim Kaninchen entdeckte Nerv, dem er die Bezeichnung des mittleren Kehlkopfnerven gab, der vom Ramus pharyngeus nervi vagi entspringt und sich in den Cricothyreoideus senkt, von Exner selbst beim Menschen nicht gefunden wurde, d. h. nicht in jener morphologischen Erscheinung, wie er sie an Hunden und Kaninchen beschrieben hatte. Nichtsdestoweniger bemüht er sich, den analogen Nerven beim Menschen zu bezeichnen. Zu diesem Zwecke untersuchte er den entsprechenden Teil des Kehlkopfes in Serienschnitten und fand dort mehrere Nervenfäden, welche aus dem äusseren Aste des oberen Kehlkopfnerven, unmittelbar im Gebiete des Cricothyreoideus, in dessen Muskelfasern zu verfolgen waren. Diese Zweige leitete er vom unteren Teil des Plexus pharyngeus, oder wie er es nennt, vom Plexus laryngeus ab und betrachtet sie dem an den erwähnten Tieren beschriebenen mittleren Kehlkopfnerven vollkommen analog. Seiner Meinung nach nimmt also an der Innervation des Cricothyreoideus auch der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven und der von ihm beschriebene mittlere Kehlkopfnerv teil. Unsere anatomischen und physiologischen Untersuchungen haben sowohl die morphologische als die physiologische Bedeutung des mittleren Kehlkopfnerven an Kaninchen und Hunden bestätigt, aber von der Existenz eines diesem Nerven entsprechenden Zweiges konnten wir uns beim Menschen nicht überzeugen. Da Exner beim Menschen mit dem Plexus laryngeus den mittleren Kehlkopfnerven in Verbindung bringt, so meinen wir auf Grund unserer Erfahrungen, dass es zweckentsprechender ist, die Bezeichnung Plexus laryngeus

fallen zu lassen, denn es giebt nur zu Verwirrungen Anlass, und ausserdem haben wir es nicht mit einer ständigen morphologischer Erscheinung zu thun. Übrigens werden wir noch von diesem Geflecht bei den sympathischen Verbindungen sprechen.

Nach der Beschreibung Exners[1]) entspringt dieser Nerv beim Kaninchen und Hunde vom Ramus pharyngeus nervi vagi und versieht den Cricothyreoideus mit dem äusseren Aste des oberen Kehlkopfnerven. Unsere Untersuchungen[2]) haben die Existenz dieses Nerven bestätigt. Ich fand beim Kaninchen dieselbe morphologische Erscheinung wie Exner, beim Hunde aber kommt diesem Nerven eine morphologisch untergeordnete Rolle zu. Beim Hunde entspringt der Ramus pharyngeus n. vagi mit zwei Wurzeln vom Vagusstamm und vom oberen sympathischen Halsganglion und giebt in seinem Verlaufe mehrere Zweige den Pharynxmuskeln. Auf der Höhe des Ringknorpels giebt er zwei Zweige, der eine verbindet sich mit dem äusseren Aste des oberen Kehlkopfnerven, der andere mit dem unteren Kehlkopfnerven und teilt sich an dem oberen Teile der Speiseröhre in seine Endzweige (Fig. 13).

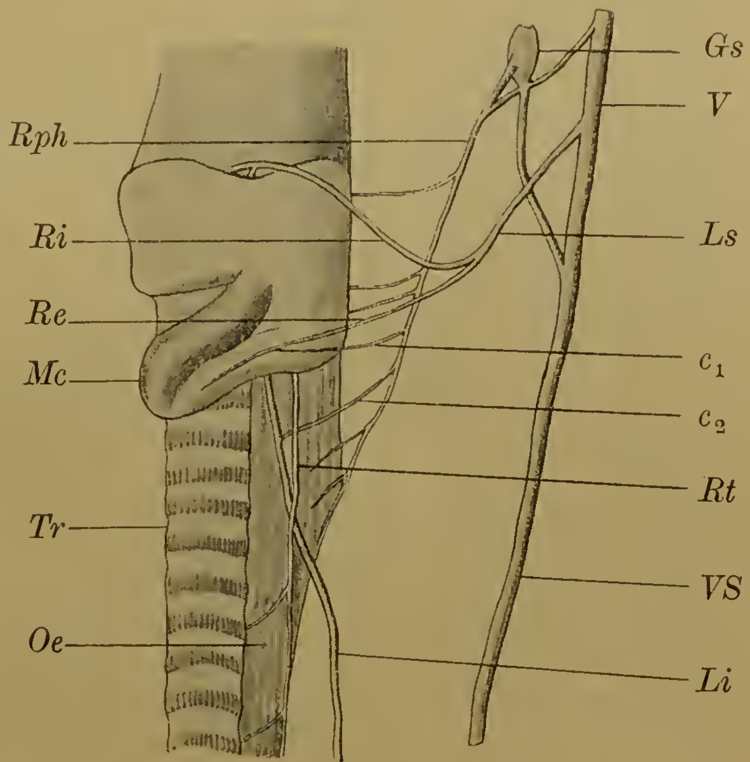


Fig. 13.

Hund: *Gs* oberes Ganglion des Halssympathicus, *V* Vagus, *Ls* oberer Kehlkopfnerv, *Rph* Ramus pharyngeus vagi, *Ri* Ramus internus n. lar. sup., *Re* Ramus externus n. lar. sup., c_1 Verbindung zwischen dem Ram. pharyng. vagi und dem Ram. ext. n. lar. sup., c_2 Verbindung zwischen dem Ram. phar. vagi und dem unteren Kehlkopfnerven, *Rt* Ramus trachealis n. lar. sup., *VS* Vagosympathicus, *Li* unterer Kehlkopfnerv, *Mc* Musculus cricothyreoideus, *Tr* Luftröhre, *Oe* Speiseröhre.

Da beim Hunde diese Verhältnisse die anatomische Selb-

[1]) Die Innervation des Kehlkopfes. Wiener Akademie. 1884.

[2]) Ónodi, Monatsschrift f. Ohren-, Kehlkopfkrankh. etc. 1887.

ständigkeit des mittleren Kehlkopfnerven in einem anderen Lichte erscheinen lassen, so habe ich schon in einer meiner Arbeiten empfohlen, diese Bezeichnung als mittleren Kehlkopfnerv fallen zu lassen und einfach die Bezeichnung: Ramus communicans zu gebrauchen. Diese meine Ansicht wird begründet: erstens, weil dieser Nerv beim Menschen nicht existiert, zweitens, weil er beim Hunde nur als Verbindungszweig und nicht als selbständiger Nerv vorkommt, drittens, weil man sonst den zwischen dem unteren Kehlkopfnerven und dem Ramus pharyngeus nervi vagi befindlichen Verbindungszweig auch mit einem selbständigen Namen bezeichnen müsste. Diese von uns beschriebenen Verhältnisse haben später Baum und Ellenberger[1]) in ihrer Anatomie des Hundes gleichfalls bestätigt und veranschaulichten diese zwei Verbindungszweige in einer Abbildung.

Katzenstein[2]) fand beim Hunde öfters eine Verbindung zwischen dem äusseren Aste des oberen Kehlkopfnerven und dem mittleren Ramus pharyngeus, ferner beim Kaninchen den Zusammenhang des mittleren Ramus pharyngeus mit dem Cricothyreoideus, während bei der Katze diese Formverhältnisse nicht zu finden waren. In seltenen Fällen fand er auch eine Verbindung beim Affen zwischen dem äusseren Aste des oberen Kehlkopfnerven und dem mittleren Ramus pharyngeus. Das die physiologischen Verhältnisse besprechende Kapitel wird endgültig die Richtigkeit unseres Standpunktes beweisen, dass die Bezeichnung des mittleren Kehlkopfnerven aufzugeben sei, da er morphologisch keinen selbständigen Nerven bildet, physiologisch bilden die Elemente des äusseren Astes des oberen Kehlkopfnerven beim Kaninchen und Hunde jene Nervenfäden, die sich nur anomaler Weise aus der Bahn des oberen Kehlkopfnerven ausschalten und entweder durch den mittleren Ramus pharyngeus oder durch einen Verbindungszweig neuerdings zu ihrem eigentlichen Bestimmungsorte gelangen.

---

[1]) Anatomie des Hundes. 1891.

[2]) Katzenstein, Virchows Archiv. 1894. Bd. CXXXVI.

V. Die Endverzweigung der Kehlkopfnerven.

Bei der Beschreibung der einzelnen Kehlkopfnerven haben wir kurz die sensitiven und die motorischen Gebiete der Kehlkopfinnervation erwähnt, womit auch unser Standpunkt zum Ausdruck kam. In diesem Kapitel entwerfen wir das Bild der Literatur in den letzten Dezennien über die Innervation der Muskulatur und der Schleimhaut des Kehlkopfes.

In der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts vertraten fast alle Anatomen dieselbe Ansicht in Betreff der Innervation des Kehlkopfes, sie betrachteten sowohl den oberen wie den unteren Kehlkopfnerven für gemischte Nerven und liessen von beiden Kehlkopfnerven die Schleimhaut und die Muskeln des Kehlkopfes innervieren. Eine doppelte Innervation der Schleimhaut und der Muskeln des Kehlkopfes. Diese Lehre sehen wir wesentlich verändert in den von dem Jahre 1850 bis heute erschienenen anatomischen Lehrbüchern. Wenn wir näher die Endausbreitungen der Kehlkopfnerven betrachten, so können wir die verschiedenen Ansichten in den folgenden Gruppen zusammenfassen:

1. Der äussere und der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven sowie der untere Kehlkopfnerv sind gemischte Nerven. Diese Ansicht ist bei Gegenbaur[1]) vertreten. Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven versieht den Musc. cricothyreoideus und durch diesen Muskel „sollen feine Zweige auch zur Schleimhaut gelangen." Der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven versieht die Schleimhaut des Kehlkopfes bis zur Stimmritze, ferner lesen wir „auch an den inneren Kehlkopfmuskeln sind untergeordnete Zweige beschrieben." Der untere Kehlkopfnerv versieht ausser dem Musc. cricothyreoideus die anderen Kehlkopfmuskeln, ferner „auch zur Schleimhaut des unteren Kehlkopfraumes verbreiten sich Zweige."

---

[1]) Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie. 1890.

2. Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven und der untere Kehlkopfnerv sind gemischte Nerven, der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven ist ein sensibler Nerv. Diese Ansicht vertritt Schwalbe.[1]) Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven versorgt den Musc. cricothyreoideus, „der Nerv ist also vorzugsweise motorischer Natur, giebt aber ausserdem noch einige feine Zweige zur Schleimhaut des Stimmbandes.“ Der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven versorgt die Kehlkopfschleimhaut bis zur Stimmritze, „ist ein sensibler Nerv.“ Der untere Kehlkopfnerv innerviert ausser dem Musc. cricothyreoideus die anderen Kehlkopfmuskeln, ferner „auch dringen einige Fäden abwärts zu dem unterhalb der Stimmritze gelegenen Teile der Kehlkopfschleimhaut vor.“

3. Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven ist motorisch, der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven und der untere Kehlkopfnerv sind gemischte Nerven. Ein alter Vertreter dieser Ansicht ist Arnold.[2]) Luschka[3]) spricht sich auch in seinem älteren Buche in diesem Sinne aus. Nach ihm führt der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven Fasern zu den Mm. arytaenoideus transversus, ary-et thyreoepiglotticus. Rüdinger[4]) lässt den Musc. cricothyreoideus vom äusseren Aste des oberen Kehlkopfnerven, die Mm. arytenoideus transversus und aryepiglotticus von dem inneren Aste des oberen Kehlkopfnerven versehen; der untere Kehlkopfnerv giebt Muskelzweige, ferner „auch sensible Fäden bringt der untere Kehlkopfnerv zur Schleimhaut.“ Nach Aeby[5]) versorgt der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven die Kehlkopfschleimhaut und den Musc. epiglotticus; der untere Kehlkopfnerv giebt Zweige zu den Muskeln und zur Schleimhaut. Nach Quain-Hoffmann[6]) versorgt der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven den Musc. cricothyreoideus, der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven die Kehlkopfschleimhaut bis zu den Stimmbändern, ferner den Musc. arytenoideus obliquus; der untere Kehlkopfnerv innerviert die übrigen Kehlkopfmuskeln und mit einigen Fäden die Kehlkopfschleimhaut. Nach Holl-

[1]) Schwalbe, Anatomie. 1881.
[2]) Arnold, Anatomie. 1851.
[3]) Luschka, Die Anatomie des menschlichen Halses. 1862.
[4]) Rüdinger, Anatomie der Gehirnnerven. 1870.
[5]) Aeby, Anatomie. 1871.
[6]) Quain-Hoffmann, Anatomie. 1872.

stein[1]) giebt der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven ausser seinen sensiblen Fasern Zweige zu den Mm. arytaenoideus transversus, ary-et thyreoepiglotticus; der untere Kehlkopfnerv versorgt die übrigen Kehlkopfmuskeln und die Schleimhaut unterhalb der Stimmritze. Nach Langer[2]) ist der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven ein gemischter Nerv, er versorgt die Schleimhaut bis zur Stimmritze, dass er auch motorische Fasern führt, das erfahren wir aus der Beschreibung des unteren Kehlkopfnerven, „auch er enthält motorische und sensible Fasern, die ersteren giebt er teils allein, teils im Verein mit dem Ramus communicans vom oberen Laryngeus an die Muskeln ab, welche direkt die Stimmritze beherrschen.“ Die sensiblen Fasern des unteren Kehlkopfnerven versehen die Schleimhaut in und unter der Stimmritze. Dieselbe Beschreibung finden wir später in dem Lehrbuch von Langer-Toldt.[3]) In der neuesten Ausgabe dieses Lehrbuches äussert sich Toldt[4]) in einer ganz abweichenden Weise. Er sagt auch hier, dass der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven ein gemischter Nerv ist, aber wir finden nicht mehr die vorige Erklärung seines gemischten Charakters, denn Toldt macht von den motorischen Fasern des Ramus communicans n. laryng. sup. gar keine Erwähnung. Von dem unteren Kehlkopfnerven spricht er folgendermassen: „auch er enthält motorische und sensible Fasern, überdies versorgt er die Schleimhaut in und unter der Stimmritze, und zwar wahrscheinlich mittelst jener Fasern, welche ihm durch den Ramus anastomoticus des Nervus laryng. sup. zugeführt werden.“ Hyrtl[5]) lässt die Mm. thyreo-et aryepiglotticus vom inneren Aste des oberen Kehlkopfnerven innervieren; der untere Kehlkopfnerv giebt Muskelzweige, ferner verbinden sich die feinsten Ramifikationen in der Schleimhaut mit jenen der oberen Kehlkopfnerven.

4. Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven, sowie der untere Kehlkopfnerv sind motorische Nerven, der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven ist ein sensibler Nerv. Ein alter Vertreter dieser Ansicht ist Meyer.[6]) Der äussere Ast des oberen

---

[1]) Hollstein, Anatomie. 1873.
[2]) Langer, Anatomie. 1885.
[3]) Langer-Toldt, Anatomie. 1893.
[4]) l. c. 1897.
[5]) Hyrtl, Anatomie. 1893.
[6]) Meyer, Anatomie. 1861.

Kehlkopfnerven versorgt den Musculus ericothyreoideus, der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven die Kehlkopfschleimhaut und der untere Kehlkopfnerv innerviert die übrigen Kehlkopfmuskeln. Dieselbe Ansicht vertraten später Hartmann[1]) und Pansch)[2], in letzterer Zeit Rauber[3]), van Gehuchten[4]), Zuckerkandl[5]), Gray[6]) und Quain-Schäffer-Thane.[7])

5. Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven sowie der untere Kehlkopfnerv sind motorische Nerven, der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven ist ein gemischter Nerv. Diese Ansicht vertrat Hirschfeld.[8]) Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven innerviert den Musculus ericothyreoideus, die übrigen Kehlkopfmuskeln der untere Kehlkopfnerv; der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven versorgt ausser der Schleimhaut den Musculus arytaenoideus transversus.

6. Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven ist ein gemischter Nerv, der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven ist sensibel, der untere Kehlkopfnerv ist ein motorischer Nerv. Diese Ansieht hat sich allgemein verbreitet unter den französischen Anatomen, einige deutsche Anatomen schliessen sich auch an. Lusehka[9]) hat in seinem neueren Werke in zwei Fragen seine Ansicht wesentlieh geändert. Er nahm an, dass der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven den Musculus ericothyreoideus innerviert und einige Fasern durch diesen Muskel zur Schleimhaut des Stimmbandes gehen; ferner, dass der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven nur die Kehlkopfschleimhaut und der untere Kehlkopfnerv die übrigen Kehlkopfmuskeln versorgt. Diesc Ansicht vertritt Henle[10]) in seinem älteren und neueren Lehrbuehe, und aueh Krause.[11]) Die Mehrzahl der französischen Anatomen äussert sich in demselben Sinne und

---

[1]) Hartmann, Anatomie. 1881.
[2]) Pansch, Anatomie. 1881.
[3]) Rauber, Anatomie des Menschen. 1893.
[4]) Van Gehuchten, Anatomie du systéme nerveux. 1893.
[5]) Zuckerkandl, Heymanns Handbuch der Laryng. 1896.
[6]) Gray, Anatomy. 1890.
[7]) Quain-Schäffer-Thane. 1895.
[8]) Hirschfeld, Systéme nerveux. 1867.
[9]) Luschka, Der Kehlkopf des Menschen. 1871.
[10]) Henle, Anatomie, Nervenlehre. 1871, 1879.
[11]) Krause, Anatomie. 1879.

zwar Beaunis-Bouchard[1]), Sappey[2]), Debierre[3]), Testut[4]), Fort[5]) und Poirier-Charpy.[6])

7. Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven ist motorisch, der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven ist sensibel, der untere Kehlkopfnerv ist ein gemischter Nerv.

Nach Voll[7]) innerviert der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven den Musc. cricothyreoideus, der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven die Schleimhaut bis zu den Stimmbändern; der untere Kehlkopfnerv versorgt die übrigen Kehlkopfmuskeln, und die Kehlkopfschleimhaut unter den Stimmbändern. Bei Brösike[8]) finden wir eine Abweichung in der Innervation der Kehlkopfschleimhaut, nämlich der innere Ast des oberen

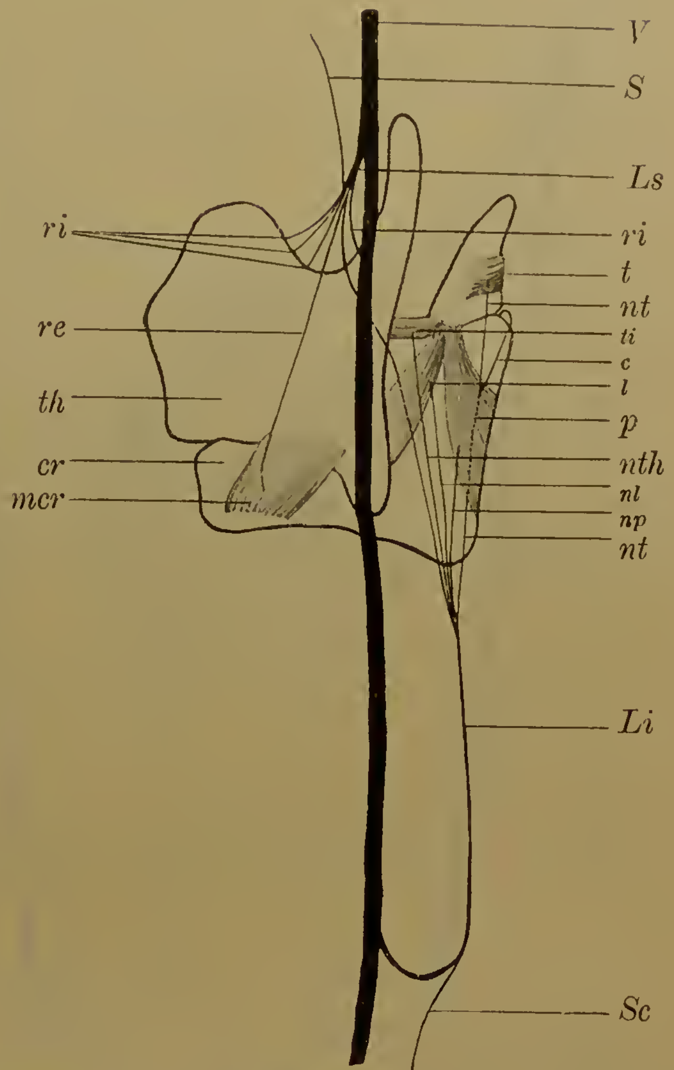


Fig. 14.
Verlauf und Anordnung der motorischen und sensiblen Nerven des menschlichen Kehlkopfes: *V* Vagus, *Ls* oberer Kehlkopfnerv, *ri* der innere Zweig des oberen Kehlkopfnerven, *re* der äussere Zweig des oberen Kehlkopfnerven, *S* Verbindung mit d. sympathischen Nervensystem, $r_1 r_2 r_3$ Schleimhautzweige des oberen Kehlkopfnerven, *th* Schildknorpel, *cr* Ringknorpel, *l* Musculus cricoarytaenoideus lateralis, *p* Musculus cricoarytaenoideus posticus, *t* Musculus arytaenoideus transversus, *Li* unterer Kehlkopfnerv, *nt* Nerv des Musculus arytaenoideus transversus, *c* Verbindungszweig, *np* Nerv des Musculus cricoarytaenoideus posticus, *nl* Nerv des Musculus cricoarytaenoideus lateralis, *nth* Nerv des Musculus thyreoarytaenoideus, *Sc* Verbindung mit dem Sympathicus und mit den Herznerven, *ti* Musculus thyreoarytaenoideus, *mcr* Musculus cricothyreoideus.

[1]) Beaunis-Bouchard, Anat. 1877.

[2]) Sappey, Traité d'Anat. 1889.

[3]) Debierre, Traité d'Anat. 1891.

[4]) Testut, Traité d'Anat. 1891.

[5]) Fort, Anat. descript. 1892.

[6]) Poirier - Charpy, Traité d'Anat. humaive. 1899.

[7]) Voll, Kompendium der Anatomie. 1893.

[8]) Brösike, Lehrbuch der Anatomie. 1895.

Kehlkopfnerven versorgt die ganze Kehlkopfschleimhaut und nur einige Fäden gehen zur Schleimhaut unter der Stimmritze. Nach dem neuesten Beobachter Babes[1]) ist d. untere Kehlkopfnerv ein gemischter Nerv, seine sensiblen Fasern gehen durch die Vermittelung der Galen'schen Schleife und die von ihm beschriebenen Verbindungen in die Bahn des oberen Kehlkopfnerven, um mit dessen Zweigen zur Kehlkopfschleimhaut zu gelangen. Nach unseren älteren[2]) u. neueren Untersuchungen halten wir unter den aufgezählten Meinungen die letztere für die richtige.

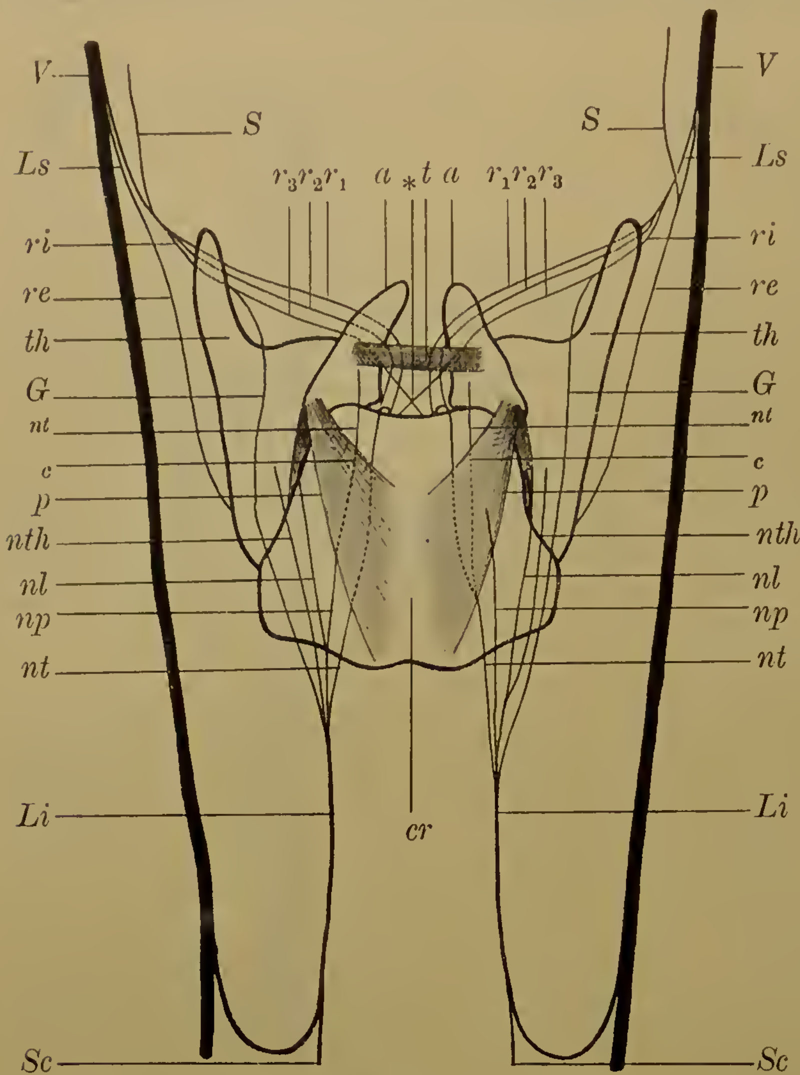


Fig. 15.

Verlauf und Anordnung der motorischen und sensiblen Nerven des menschlichen Kehlkopfes: *V* Vagus, *Ls* oberer Kehlkopfnerv, *ri* der innere Zweig des oberen Kehlkopfnerven, *re* der äussere Zweig des oberen Kehlkopfnerven, *S* Verbindung mit dem sympathischen Nervensystem, $r_1 r_2 r_3$ Schleimhautzweige des oberen Kehlkopfnerven, *G* Galenische Schlinge, * Kreuzung der sensiblen Fasern, *th* Schildknorpel, *a* Giesskannenknorpel, *cr* Ringknorpel, *l* Musculus cricoarytaenoideus lateralis, *p* Musculus cricoarytaenoideus posticus, *t* Musculus arytaenoideus transversus, *Li* unterer Kehlkopfnerv, *nt* Nerv des Musculus arytaenoideus transversus, *c* Verbindungszweig, *np* Nerv des Musculus cricoarytaenoideus posticus, *nl* Nerv des Musculus cricoarytaenoideus lateralis, *nth* Nerv des Musculus thyreoarytaenoideus, *Sc* Verbindung mit dem Sympathicus und mit den Herznerven.

Nach unseren Untersuchungen innerviert der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven

[1]) A. Babes, Contributiuni la studial Innervatinnei Lar. Bukarest. 1897.

[2]) Ónodi, Innervation des Kehlkopfes. Wien. 1895.

den Musc. cricothyreoideus, der untere Kehlkopfnerv die übrigen Kehlkopfmuskeln (Fig. 14, 15); an der Innervierung der Kehlkopfschleimhaut nimmt sowohl der obere wie der untere Kehlkopfnerv teil, immerhin in grösserer Stärke der obere, und ausserdem treten die sensiblen Fasern über die Mittellinie, daher auch eine gekreuzte, doppelte sensible Innervation besteht (Fig. 14, 15).

Was die Innervation der Kehlkopfmuskeln betrifft, so treffen wir in neuerer Zeit fast die gleiche Ansicht an, welche nach unseren Untersuchungen der Wirklichkeit entspricht. Es innerviert der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven den Musc. cricothyreoideus, der untere Kehlkopfnerv die übrigen Kehlkopfmuskeln und zwar die Mm. cricoarytaenoideus posticus et lateralis, arytaenoideus transversus, ary- et thyreo-epiglotticus, thyreoarytenoideus.

Was die Innervation der Kehlkopfschleimhaut betrifft, so können wir die verschiedenen Ansichten in folgende vier Gruppen teilen:

1. Die Kehlkopfschleimhaut versorgen die beiden Äste des oberen Kehlkopfnerven und der untere Kehlkopfnerv (Schwalbe[1]), Gegenbaur).[2])

2. Die Kehlkopfschleimhaut innerviert der äussere und der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven (Luschka[3]), Henle[4]), Beaunis-Bouchard[5]), Krause[6]), Sappey[7]), Debierre[8]), Testut[9]), Fort[10]), Poirier-Charpy).[11])

3. Die Kehlkopfschleimhaut versorgt der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven und der untere Kehlkopfnerv (Arnold[12]), Rüdinger[13]), Aeby[14]), Quain-Hoffmann[15]), Hollstein[16]), Langer[17]), Langer-Toldt[18]), Hyrtl[19]), Voll[20]), Brösike[21]), Ónodi[22]), Babes.)[23])

4. Die Kehlkopfschleimhaut wird vom inneren Aste des oberen Kehlkopfnerven versehen (Meyer[24]), Hirschfeld[25]),

---

[1]) l. c. 1881. [2]) l. c. 1890. [3]) l. c. 1871. [4]) l. c. 1871—1879. [5]) l. c. 1877. [6]) l. c. 1879. [7]) l. c. 1889. [8]) l. c. 1890. [9]) l. c. 1891. [10]) l. c. 1892. [11]) l. c. 1899. [12]) l. c. 1851. [13]) l. c. 1870. [14]) l. c. 1871. [15]) l. c. 1872. [16]) l. c. 1873. [17]) l. c. 1885. [18]) l. c. 1873—1879. [19]) l. c. 1893. [20]) l. c. 1893. [21]) l. c. 1895. [22]) l. c. 1895. [23]) l. c. 1897. [24]) l. c. 1861. [25]) l. c. 1867.

Hartmann[26]), Pansch[27]), Rauber[28]), van Gehuchten[29]), (Gray[30]), Quain-Schäffer-Thane[31]), Zuckerkandl.)[32])

Wir haben die verschiedenen Ansichten in Betreff des Ursprunges und der Verbreitung der Schleimhautnerven gesehen. Den verschiedenen Ursprung zeigen die eben erwähnten vier Gruppen, aber gleichfalls verschieden sind die Ansichten, das Innervationsgebiet betreffend. Einzelne haben in der Stimmritze die scharfe Grenzlinie zwischen der Ausbreitung des oberen und unteren Kehlkopfnerven gezogen. Andere haben eine doppelte Innervation in der Schleimhaut unter der Stimmritze angenommen; einzelne wieder haben das ganze sensible Innervationsgebiet dem inneren Aste des oberen Kehlkopfnerven zugesprochen.

---

[1]) l. c. 1881. [2]) l. c. 1881. [3]) l. c. 1893. [4]) l. c. 1893. [5]) l. c. 1890. [6]) l. c. 1895. [7]) l. c. 1896.

VI. Die Verbindungen des oberen und unteren Kehlkopfnerven im Gebiete des Kehlkopfes.

In den erwähnten Büchern finden wir nur zwei, welche eine Erwähnung enthalten über die Kreuzung der Nerven und über die Verbindungen der Fasern des oberen und unteren Kehlkopfnerven.

Gegenbaur sagt, bei der Beschreibung des Ramus internus n. lar. sup. „sind untergeordnete Zweige beschrieben, sowie Übertritte von Nerven von der einen nach der anderen Seite." Bei Hyrtl finden wir: „Die feineren und die feinsten Ramifikationen des Laryngeus superior in der Kehlkopfschleimhaut gehen mehrfache Verbindungen mit jenen des Laryngeus inferior ein." Wie wir sehen, erwähnt Gegenbaur die Kreuzung, Hyrtl die Verbindungen in der Schleimhaut. Hier erwähne ich Mandelstamms[1]) Arbeit, welche sich zwar nicht auf den Menschen bezieht. Er hat beim Meerschweinchen gefunden, dass in der Schleimhaut der hinteren Kehlkopfwand einzelne Faserbündel die Medianlinie überschreiten. Dieser Befund hat Weinzweig[2]) bewogen, diese Verhältnisse beim Menschen und beim Rind zu untersuchen. Bei seinen Untersuchungen hatte er die Kehlkopfschleimhaut mit Kalilauge behandelt. Weinzweig hat beim Menschen unter dem Mikroskop gefunden, dass die Nervenbündel sich in der Medianlinie kreuzen und dass die Kehlkopfschleimhaut vom oberen und unteren Kehlkopfnerven versorgt wird. Beim Rind fand er ein präparierbares Medianbündel, welches sich aus zwei Zweigen des unteren Kehlkopfnerven zusammensetzt und am unteren Rande des Aryknorpels verzweigt. Unsere Untersuchungen haben beim Menschen gezeigt, dass im Gebiete

---

[1]) Studien über Innervation und Atrophie der Kehlkopfmuskeln. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1882. LXXXV. Bd. III. Abt.

[2]) Zur Anatomie der Kehlkopfnerven. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 1883. LXXXVI. Bd. III. Abt.

des Musc. arytaenoideus transversus mehrfache Verbindungen existieren zwischen dem inneren Aste des oberen Kehlkopfnerven und dem für den Musculus arytaenoideus bestimmten Zweige des unteren Kehlkopfnerven. Diese von uns beschriebenen, sowohl morphologisch wie physiologisch wichtigen Verhältnisse werden in folgenden Abbildungen illustriert. Am oberen Rande der Ringplatte, wo der Recurrenszweig sichtbar wird, um sich

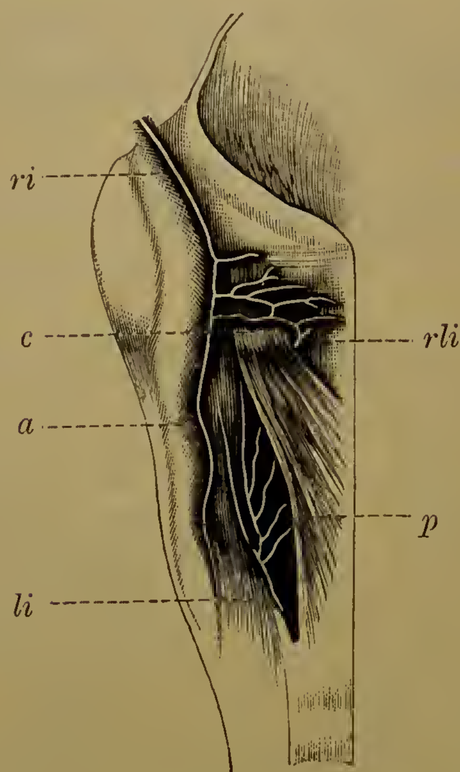


Fig. 16.

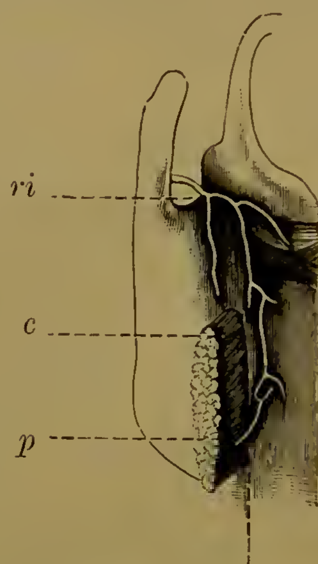


Fig. 17.

Mensch: *ri.* innerer Ast des oberen Kehlkopfnerven, *c.* Verbindung zwischen den Zweigen des oberen und unteren Kehlkopfnerven, *a.* Ansa Galeni, *li.* unterer Kehlkopfnerv, *rli.* Zweig des unteren Kehlkopfnerven, *p.* Cricoarytaenoideus posticus.

dann in den Musc. arytaenoideus transversus einzusenken, an dieser Stelle finden wir einen Teil der Verbindungen ganz oberflächlich. Diese Verbindung wird durch einen langen, den Muskel überbrückenden Ast hergestellt (Fig. 16 und 17). Manchmal treffen wir Verbindungszweige, die sich zu einem Stamme gesellen (Fig. 18). Einmal habe ich beobachtet, dass der genannte Recurrenszweig mit zwei gesonderten Fäden mit dem Laryngeus superior eine oberflächliche Verbindung einging, und zwar ein Zweig mit dem inneren Aste des oberen Kehlkopfnerven, ein anderer mit der Ansa Galeni (Fig. 19). Ausser diesen oberflächlichen Verbindungen habe ich in der Tiefe des Musc. arytaenoideus transversus ebenfalls Verbindungen angetroffen; ein

längs des Muskels laufender Nervenast verbindet den oberen mit dem unteren Kehlkopfnerven (Fig. 20). Aus dieser tiefen Schlinge gehen Zweige zum Muskel und zur Schleimhaut.

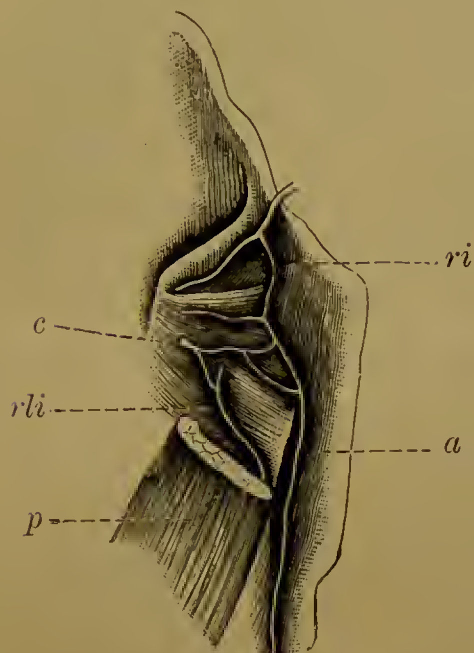


Fig. 18.
Mensch: *ri* innerer Ast des oberen Kehlkopfnerven, *rli* Zweig des unteren Kehlkopfnerven, *c* Verbindung zwischen den Zweigen des oberen und unteren Kehlkopfnerven, *a* Ansa Galeni, *p* Cricoarytaenoideus posticus.

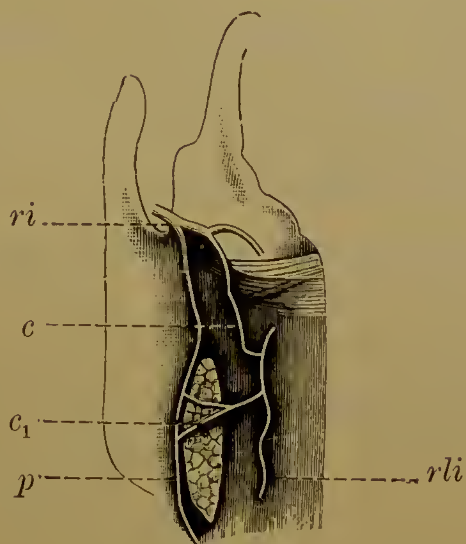


Fig. 19.
Mensch: *ri* innerer Ast des oberen Kehlkopfnerven, *rli* Zweig des untern Kehlkopfnerven, *c* Verbindung zwischen den Zweigen des oberen und unteren Kehlkopfnerven, *a* Ansa Galeni, *p* Cricoarytaenoideus posticus.



Fig. 20.
Mensch: *ri* innerer Ast des oberen Kehlkopfnerven, *rli* Zweig des unteren Kehlkopfnerven, *c* Verbindung zwischen den Zweigen des unteren und oberen Kehlkopfnerven, *t* Arytaenoideus transversus, *p* Cricoarytaenoideus posticus.

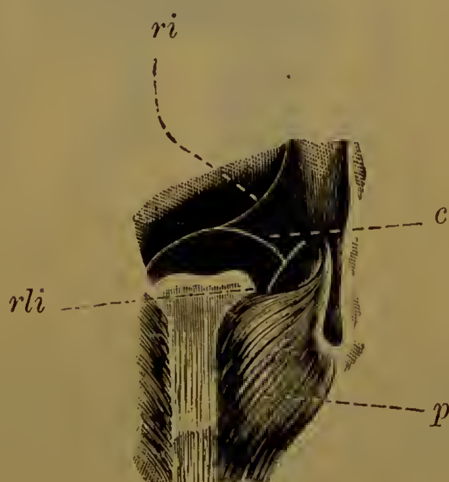


Fig. 21.
Mensch: *ri* Schleimhautzweig des oberen Kehlkopfnerven, *rli* Zweig des unteren Kehlkopfnerven, *p* Cricoarytaenoideus posticus, *c* Verbindung zwischen den Zweigen des oberen und unteren Kehlkopfnerven.

Ausserdem finden wir tiefer, unmittelbar an der Schleimhaut zur Medianlinie konvergierend und diese überschreitend, sich kreuzende Zweige des oberen Kehlkopfnerven, welche mit dem Recurrens in Verbindung stehen (Fig. 21 und 22). Was die Verbindungen zwischen den oberen und unteren Kehlkopfnerven betrifft, so hat Babes letzterer Zeit beim Menschen auch mehrfache Verbindungen beschrieben, die er zumeist mittelst Anwendung von Kalilauge beobachtet hat. Aus seinen brieflichen Mitteilungen, die sich auf seine in rumänischer Sprache erschienenen Werke beziehen, entnehmen wir Folgendes: „Was die Anastomosen der beiden Laryngei anlangt, so habe ich verschiedene, aber nicht konstante Verbindungen gefunden. So ist eine Verbindung unter der Mucosa, welche die hintere Wand des Kehlkopfes bekleidet, diese ist aus Fasern gebildet, welche von der Ansa Galeni ausgehen. Andere Verbindungen befinden sich auf der Oberfläche und in der Tiefe des Arytaenoid, zwischen den Nerven derselben als auch der entgegengesetzten Seite. Andere Verbindungen befinden sich zwischen dem Recurrens und dem Laryngeus externus. Verbindungen der beiden Laryngei befinden sich auch auf der Aussenseite nahe der Furche, welche den Cricoarytaen. lat. vom Thyreoarytaen. trennt. Diese Verbindung bildet der Endast des Recurrens, welcher zum Thyreoaryt. führt, mit einem Aste aus dem Bündel der horizontalen Äste (Laryng. sup.). An derselben Stelle begegnet man häufig einem Aste vom Laryng. ext. durch den Musc. cricothyr. anter. dem unteren Rande der Cartil .thyreoid., wo sich vereinigen Recurrens mit Laryng. sup. und Laryng. ext. Einer anderen

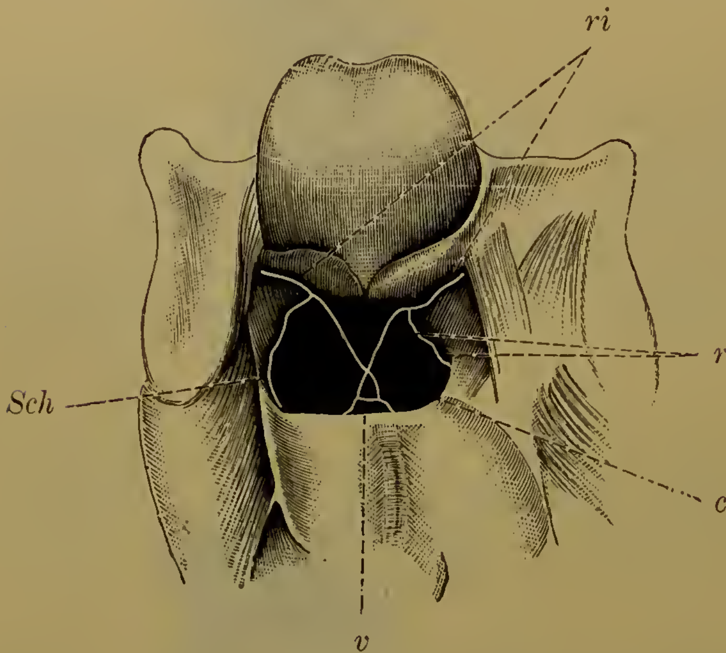


Fig. 22.
Mensch: *ri* Fäden des inneren Astes des oberen Kehlkopfnerven, *r* Schleimhautzweige, *Sch* Schleimhaut, *c* Kreuzung der Schleimhautzweige, *v* Verbindung der gekreuzten Nervenfäden.

Verbindung zwischen dem Laryng. sup. und Laryng. ext. begegnete ich auch. (Ein Ast des Ram. ext. n. lar. sup. mit einem Aste der Ansa Galeni)."

Wir geben seine Zeichnung in der Fig. 23, welche ein mit Kalilauge behandeltes Präparat darstellt.

Wie wir schon erwähnt haben auf Grund unserer Untersuchungen, nimmt an der Innervierung der Schleimhaut der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven in überwiegender Weise und der untere Kehlkopfnerv teil, ausserdem kreuzen sich die sensitiven Zweige in der Mittellinie, wodurch in der Schleimhaut des Kehlkopfes eine gekreuzte doppelte sensitive Innervation besteht.



Fig. 23.
Ls Zweige des Nervus laryngeus superior, *Li* Zweige des Nervus laryngeus inferior.

Diese beim Menschen von uns beschriebenen Verbindungen erscheinen durch einzelne sehr interessante vergleichend-anatomische Thatsachen in phylogenetischer Beleuchtung. Gaup beschreibt in der Anatomie des Frosches die Verbindung eines tiefer gelegenen Zweiges des oberen Kehlkopfnerven mit dem unteren Kehlkopfnerven unterhalb der Schleimhaut. Wir finden also bei den Amphibien, wo wir die erste vollständige Erscheinung des Kehlkopfgerüstes, der Muskulatur und der Nerven antreffen, in der erwähnten Verbindung die Urform der beim Menschen gefundenen Verbindungen. Aber ausserordentlich

charakteristisch sind jene Verhältnisse, welche bei Reptilien van Bemmelen[1]) beschrieben hat, und welche unsere Aufmerksamkeit in vergleichend-anatomischer und in phylogenetischer Hinsicht auf die erwähnten Verbindungen lenken.

Van Bemmelen beschreibt bei Hatteria platydactylus, Lacerta anguis die Kehlkopfnerven als Zweige des Nervus vagus, aber beide mit rekurrentem Verlaufe. Diesen ungewöhnlichen Verlauf des oberen Kehlkopfnerven bringt er mit zurückgebliebenen embryonalen Verhältnissen, nämlich mit der Erhaltung der Verbindung zwischen den Bögen der Carotis und der Aorta in kausalen Zusammenhang. Sowohl die oberen wie die unteren Kehlkopfnerven stehen miteinander in Verbindung. Ausserdem hat Fischer[2]) am Kehlkopf eine Nervenkommissur, entdeckt, welche die Verbindung der oberen Kehlkopfnerven mit den unteren vermittelt. Diese Verhältnisse bei den Reptilien lassen auf den Austausch und die Kreuzung der Kehlkopfnerven schliessen, morphologisch kommt der direkte und der gekreuzte Zusammenhang der Kehlkopfnerven zum Ausdruck. Zu diesen sehr interessanten Verhältnissen reiht sich noch eine Verbindung an, welche bei Platydactylus zwischen der erwähnten Nervenkommissur und dem Glossopharyngeus besteht. So kommen die Kehlkopfnerven als Zweige des Vagus mit dem Glossopharyngeus in engere Beziehung. Ich habe auch ein Exemplar von Hatteria punctata untersucht. Bei der Untersuchung konnte ich mich auch überzeugen, dass die beiden Kehlkopfnerven auf jeder Seite miteinander zusammenhängen, ausserdem verbindet die beiderseitigen Kehlkopfnerven eine quere Nervencommissur.

Im ersten Kapitel haben wir vergleichend-anatomisch und phylogenetisch erörtert, dass der Accessorius mit der Innervation des Kehlkopfes nichts zu thun hat. Wir haben das Innervationsgebiet des Vagus und des Accessorius von den untersten Vertebraten bis zum Menschen scharf voneinander geschieden. Wir haben gesehen, dass die Kehlkopfmuskulatur von der Pharynxmuskulatur abstammt, und dass die Pharynxmuskulatur und die aus ihr stammende Kehlkopfmuskulatur vom Vagus und seinen Ästen von den Kehlkopfnerven innerviert werden. Wir wissen, dass die Pharynxmuskulatur vom Vagus und Glossopharyngeus

[1]) Die Halsgegend der Reptilien. Zool. Anzeiger. 1887. Bd. X.

[2]) Die Gehirnnerven der Saurier. Abhandlg. d. naturw. Vereins in Hamburg. 1852. Bd. II.

versorgt wird, und dass im embryonalen Zustande die Ganglien dieser Nerven zusammenhängen und sich erst später isolieren. Aber die Rami pharyngei des Vagus und des Glossopharyngeus sind bei den Vertebraten und den Menschen eng verbunden und bilden ein Nervengeflecht. Wir finden daher nichts Auffallendes, wenn bei Platydactylus die Kehlkopfnerven mit dem Glossopharyngeus in Zusammenhang stehen. Diesen Verhältnissen entspricht die von Cruveilhier beim Menschen beschriebene Anomalie, welche in der Verbindung des oberen Kehlkopfnerven mit dem Glossopharyngeus bestand.

Andererseits aber bekräftigen diese Verhältnisse unsern Standpunkt, den wir im ersten Kapitel ausführlich auseinandersetzten, nach welchen die Kehlkopfnerven die Elemente des Vagus bilden und ihr Bestimmungsort die von der Pharynxmuskulatur abstammende Kehlkopfmuskulatur ist. Zu den anatomischen Eigenheiten des Vagus gehören die ausgebreiteten Geflechtbildungen, welche gewöhnlich am Rachen, Speiseröhre, Magen u. s. w. ausgeprägt zu finden sind. Die Zusammengehörigkeit der Kehlkopfnerven zum Vagus zeigt sich phylogenetisch überzeugend in den beschriebenen Verbindungen bei Reptilien, welche sich beim Menschen im Gebiete des Kehlkopfes in den von uns beschriebenen Verbindungen erhalten haben. Entsprechend dem gemischten Charakter des Vagus ist sowohl der obere als der untere Kehlkopfnerv gemischter Natur, die für den Vagus charakteristischen Geflechtbildungen, Verbindungen und der Austausch der Fasern bei den unpaarigen Organen finden auch beim Menschen im Gebiete des Kehlkopfes von seiten der Kehlkopfnerven ihre phylogenetische Erklärung. Die beim Menschen gefundenen Verhältnisse zeigen nach dem Gesagten nichts Auffallendes. Neben dieser morphologischen, phylogenetischen Erklärung ist die doppelte, gekreuzte sensitive Innervation des Kehlkopfes physiologisch und klinisch von Bedeutung, worüber später noch die Rede sein wird.

VII. Ansa Galeni, Ramus trachealis nervi laryngei superioris, Ansa trachealis.

Wenn wir jene Verbindung näher betrachten, welche schon längst als Ansa Galeni bekannt ist, so finden wir nur in wenigen Lehrbüchern eine Erwähnung über die Faserbündel und deren Ursprung in der Ansa Galeni. Die meisten beschreiben einfach diese Verbindung mit den folgenden verschiedenen Bezeichnungen: als Ansa Galeni, Ramus descendens, Ramus anastomoticus, Ramus communicans, in den französischen Lehrbüchern wird zumeist die Ansa Galeni so beschrieben, dass dieselbe von einem absteigenden Aste des oberen Kehlkopfnerven und von einem aufsteigenden Aste des unteren Kehlkopfnerven gebildet wird.

Philipeaux und Vulpian[1]) haben beim Hunde auf experimentellem Wege mittels der Wallerschen Methode gefunden, dass die Verbindung zwischen den oberen und unteren Kehlkopfnerven Fasern vom oberen Kehlkopfnerven führt, welche im Stamme des unteren Kehlkopfnerven sich in zwei Bündel teilen, wo dann das dünnere im Stamme verbleibt, das grössere von demselben sich trennt und zur Schleimhaut der Luftröhre geht. Rüdinger lässt schon in diesem Sinne die Fasern der Ansa Galeni zur Trachea gelangen, ebenso Henle, Fort. Nach Luschka[2]) „geht der Ramus communicans nur scheinbar in den Laryngeus inferior über". Schwalbe schreibt: „Es gelangen dadurch Fasern des sensiblen Ramus internus in die Bahn des Nervus laryngeus inferior, nicht umgekehrt." Rauber sagt: „Der Ramus communicans führt sensible Fasern in den unteren Kehlkopfnerven über." In den Lehrbüchern von Langer und Langer-Toldt haben wir gefunden, dass der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven als gemischter Nerv beschrieben ist und dass die Ansa Galeni motorische Fasern führt, wir lesen nämlich bei der Be-

---

[1]) Archives de physiologie. 1869.

[2]) l. c. 1871.

schreibung des unteren Kehlkopfnerven: „Auch er enthält motorische und sensible Fasern, die ersteren giebt er teils allein, teils im Verein mit dem Ramus communicans vom oberen Laryngeus an die Muskeln ab, welche direkt die Stimmritze beherrschen.“ In diesem Sinne äussert sich auch Henle-Merkel[1]): „Der anastomotische Ast beider Nn. laryngei enthält lediglich aufwärts laufende Fasern.“

Was die Ansa Galeni betrifft, so ist Toldt[2]) in seinem späteren Buche einer anderen Meinung, er erwähnt nicht mehr seine motorischen Fasern, sondern äussert sich bei der Beschreibung des unteren Kehlkopfnerven wie folgt: „Überdies versorgt er die Schleimhaut in und unter der Stimmritze, und zwar wahrscheinlich mittelst jener Fasern, welche ihm durch den Ramus anastomoticus des Nerv. laryng. sup. zugeführt werden.“

Zuckerkandl spricht sich über die Ansa Galeni folgendermassen aus: „Wobei es sich höchstwahrscheinlich um sensible Fasern handeln dürfte, welche die Bahn des Laryng. inf. benutzen, um an die tieferen Anteile des Kehlkopfes und an das obere Stück der Trachea zu gelangen.“ Babes schreibt über die Ansa Galeni, „dass die sowohl aus Ästen aus dem Nerv. laryng. sup., welche absteigend sind, als auch aus aufsteigenden Ästen aus dem Recurrens sich zusammensetzen. Wohin sich die Äste begeben und auf welchem Wege, konnte ich nicht nachweisen.“

Er vermutet, dass die Fasern des unteren Kehlkopfnerven durch die Ansa Galeni in die Bahn des oberen Kehlkopfnerven gelangen und mit seinen Ästen zum Kehlkopf gehen, während die Fasern des oberen Kehlkopfnerven umgekehrt in die Bahn des unteren Kehlkopfnerven treten, um mit seinen Ästen zum Kehlkopf, Luftröhre und Oesophagus zu gelangen.

Wie wir gesehen haben, sind die Ansichten verschieden: a) die Ansa Galeni führt motorische Fasern, b) sie bringt sensible Fasern zu den unteren Kehlkopfnerven, c) sie führt sensible Fasern zur Luftröhre und d) zum Keklkopf, e) sie vermittelt die sensiblen Fasern des oberen und des unteren Kehlkopfnerven für den Kehlkopf und für die Luftröhre.

Wir können auf Grund unserer Untersuchungen behaupten, dass die Ansa Galeni hauptsächlich von Fasern des inneren Astes des oberen Kehlkopfnerven zusammengesetzt ist, welche

[1]) Henle-Merkel, Anatomie. 1888.
[2]) l. c. 1897.

beim Menschen für den oberen Teil der Luftröhre bestimmt sind; ferner vermittelt sie den Eintritt der Recurrensfasern in die Bahn des oberen Kehlkopfnerven. Offen bleibt aber die Frage des Verlaufes dieser Recurrensfasern im Gebiete des oberen Kehlkopfnerven. Im folgenden werden wir die Frage der Ansa Galeni beim Hunde, dem wichtigsten Versuchstiere, ausführlich besprechen.

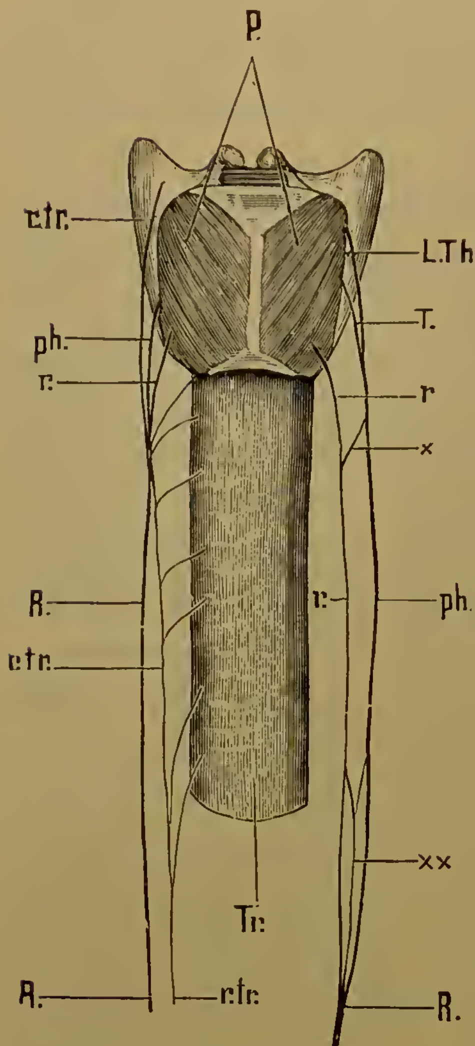


Fig. 24.
Hund: Rechts ist der Recurrens zerlegt, links die normalen anatomischen Verhältnisse mit dem parallel verlaufenden Ramus trachealis n. lar. sup., *Tr.* Trachea, *r.tr.* Ramus trachealis n. laryngei sup., *R.* Recurrens, *ph.* phonatorisches Bündel, *r.* respiratorisches Bündel. Die weiteren Bezeichnungen siehe Fig. 29.

Kandarazky[1]) war der erste, der diese Frage beim Hunde einer gründlichen Untersuchung unterworfen hat. Er fand, dass die Ansa Galeni bis zum vierten Trachealring mit dem Recurrens in einer Scheide geschlossen ist, dann von ihm sich trennt und als selbständiger Nerv, Ramus trachealis n. lar. sup. der Luftröhre zahlreiche Äste gebend, in den Vagusstamm unterhalb des Recurrensursprunges übergeht. Aus seiner Beschreibung heben wir folgendes hervor: „In dem Trachealzweig finden sich auf- und absteigende Fasern“; „die ganze obere Hälfte der Trachea etwa im Bereich von 20 Knorpeln, die vier oberen, wo der Trachealzweig in einer Scheide mit dem Recurrens liegt, nicht ausgenommen, wird vom Trachealzweig aus und vom N. recurrens innerviert.“ Als Variation des Trachealzweiges ist anzugeben, dass er zuweilen sich nicht vom N. recurrens abzweigt, sondern mit ihm verläuft, so dass es scheinen kann, als ob die Trachea vom N. recur-

[1]) Kandarazky, Archiv für Anat. u. Physiol. 1881.

rens ihre Zweige erhalten würde. „Weiter trifft man einen Verbindungszweig zwischen dem N. recurrens und dem Trachealzweig an und endlich tritt der Trachealzweig selbst nach Abgabe der Zweige für die obere Hälfte der Trachea (vom 1. bis 20. Knorpel) an den Recurrens.“ In einem früheren Aufsatze[1]) habe ich den Ramus trachealis n. lar. sup. im Sinne Kandarazkys kurz berührt und eine Zeichnung beigegeben. In einer neueren Arbeit[2]) habe ich diese Frage wieder berührt: „Beim Hund verläuft parallel und lose verbunden mit dem Stamme des Recurrens der R. trachealis n. lar. sup. zahlreiche feine Äste zur Trachea sendend. Eigentlich bildet er die Fortsetzung der Ansa Galeni, welche beim Menschen mit dem lateralen Zweig im Zusammenhang steht und in die Bahn des Recurrens sensible Fasern vom Laryngeus sup. bringt. Beim Hund hängt er mit dem Stamme des Recurrens zusammen vor seiner Verästelung und dann läuft er parallel mit ihm am Halse, seine Fasern der Trachea abgebend.“

Diese Verhältnisse illustriert Fig. 24. Diese Arbeit hatte zum Gegenstand die isolierten respiratorischen und phonatorischen Faserbündel des Recurrens und bezog sich auch auf die Experimente Russells.[3]) Russell hat am lebenden Hunde den Stamm des unteren Kehlkopfnerven in drei Bündel geteilt, und elektrisch gereizt, das eine erzielte Verengerung, das zweite Erweiterung der Stimmritze, das dritte Bündel reagierte nicht. In meiner erwähnten Arbeit habe ich schon meine Meinung ausgesprochen, dass dieses dritte Bündel dem von Kandarazky und von mir beschriebenen Ramus trachealis n. lar. sup. entspricht. Seitdem habe ich an einem lebenden Hunde ein Experiment ausgeführt, wo der Ramus trachealis n. lar. sup. isoliert war, ausserdem konnte ich den Stamm des unteren Kehlkopfnerven in vier Nervenbündel teilen, unter denen bei drei Bündeln auf elektrische Reizung Verengerung, beim vierten Bündel Erweiterung der Stimmritze resultierte. Dieses Experiment führte ich aus, um mich von der Isolierbarkeit des Ramus trachealis n. lar. sup. und der einzelnen Bündel des unteren Kehlkopfnerven am lebenden Hunde zu überzeugen. Auf die Anwendung dieser

[1]) Ónodi, Beiträge zur Lehre von der Innervation etc. Monatsschr. f. Ohrenheilkunde etc. 1887. Nr. 4.

[2]) Ónodi, Archiv f. Laryngologie. 1897. Bd. VII. 2. u. 3. Heft.

[3]) Proceeding of the Royal Society.

Methode einiger noch zu lösender Fragen komme ich später zurück.

Mit dem uns beschäftigenden Gegenstande haben sich experimentell auch Kokin[1]) und Réthy[2]) befasst. Beide illustrieren in einer Zeichnung die anatomischen Verhältnisse und beide berufen sich auf das Buch von Ellenberger und Baum.[3]) Ellenberger und Baum haben weder Kandarazkys noch meine Arbeit gekannt, ebenso Kokin und Réthy, daher berufen sich die letzteren auf die Beschreibungen von Ellenberger und Baum. Aus diesen Thatsachen folgt, dass das wahre Bild dieser Verhältnisse in den Beschreibungen nicht zu finden ist, und die Verwirrung der diesbezüglichen Kenntnisse durch eine neue Benennung noch gesteigert wurde. Ellenberger und Baum geben folgende Beschreibung: „Der Hauptstamm des Nerv. recurrens teilt sich ausserdem meist kurz, nachdem er die Brusthöhle verlassen, in zwei fast gleich starke Äste, welche miteinander kopfwärts verlaufen und sich am aboralen Ende der Schilddrüse wieder zu einem Stamme vereinigen. Sie verbinden sich durch feinere Fäden sowohl untereinander als auch mit denen der anderen Seite." „Der Nerv. lar. inf. selbst aber teilt sich in einen dorsalen und einen ventralen Zweig, die durch einige Fäden wieder miteinander in Verbindung stehen. Der dorsale Zweig stellt wesentlich einen Ram. communicans n. l. s. dar."

Kokin macht auf diese Beschreibung folgende Bemerkung: „Diese Beschreibung ist sogar anatomisch nur bis zu einem gewissen Grade richtig." Er selbst äussert sich folgendermassen: „Bald nach seiner Trennung vom Vagus giebt er einige Zweige für den unteren Abschnitt der Trachea (R. tracheales). Unter der Stelle, an welcher der Nerv in den Kehlkopf eintritt, teilen sich vom Stamme grösstenteils 1—2—3, auch mehr Zweige ab die zur Trachea ziehen, aber weiter unten gleich bei der Schilddrüse trennt sich gewöhnlich vom Stamm unter einem sehr spitzen nach unten geöffneten Winkel ein ziemlich starker Ast, der parallel dem N. recurrens, medial von ihm gelegen, abwärts zieht; im unteren aboralen Teil des Halses kommuniziert dieser Ast mit einem oder zwei Trachealzweigen des Recurrens, oder

[1]) Kokin, Pflügers Archiv f. Physiol. 1896.
[2]) Réthy, Sitzungsberichte der Wiener Akad. 1898.
[3]) Ellenberger u. Baum, Anatomie des Hundes. 1891.

zuweilen mit einem Trachealzweige des Vagus. Von diesem Aste des Stammes des Recurrens, den ich der Kürze wegen Nervus trachealis nennen will, trennen sich oben und unten Zweige unter sehr spitzem Winkel, der für die oberen Zweige nach unten, für die unteren nach oben geöffnet ist. Zu diesem Nerv gelangen häufig am aboralen Teil des Halses zarte Rr. commun. vom Recurrens." „Der Nerv. trachealis besteht aus Fasern, die von oben nach unten und von unten nach oben ziehen; erstere bilden die Fortsetzung eines Teiles des inneren Astes des N. l. s., der sich wahrscheinlich durch die Galensche Anastomose schon in der Kehlkopfregion dem N. lar. inf. beigesellt, aber unter dem Kehlkopf sich von ihm zuerst in Gestalt einzelner Zweige, dann als selbständiger Nerv abtrennt, um sich im oberen und mittleren Abschnitt der Trachea zu verzweigen. Letztere Nervenfasern, also die, die von unten nach oben ziehen, gelangen hierher entweder nur vom N. recurrens oder vom Recurrens und Vagus und versorgen den mittleren und teilweise auch oberen Abschnitt der Trachea."

Réthy erwähnt die Arbeiten von Kokin und Ellenberger und Baum, die letzteren bei dem von ihm gebrauchten Ausdruck „Nebenrecurrens". Aus seinem Aufsatze entnehmen wir folgendes: „Ich habe dann noch beim Hunde die Communicansfasern auf dem Wege der Präparation im Recurrens weiter verfolgt und gefunden, dass sie in dem bei dieser Tiergattung ziemlich konstanten Nebenrecurrens weiter verlaufen, in welchen Fällen der eigentliche Recurrensstamm von ihnen frei bleibt. Die meisten dieser Communicansfasern giebt der Nebenrecurrens schon hoch oben an die Trachea ab, ein Teil geht zum Oesophagus, während die unteren Ästchen relativ wenige Communicansfasern führen; doch sendet der Nebenstamm, wie ich mich durch Präparation und mikroskopische Untersuchung der excidierten Nervenpartien überzeugen konnte, auch von unten her Fasern zu den abgehenden Ästchen, so dass fast jedes von oben sowohl wie auch von unten her Fasern bekommt." „Zuweilen vereinigt sich der Nebenrecurrens weit unten wieder mit dem Recurrens und dann gehen die Communicansfasern in einem stärkeren Trachealstämmchen nach unten und verlassen dasselbe allmählich mittels feiner Ästchen. Ist dagegen ein solcher Nebenrecurrens gar nicht vorhanden, so verlaufen die Communicansfasern grösstenteils mit den oberen zur Trachea abgehenden Ästchen peripherwärts und

nur ein kleiner Teil lässt sich eine kurze Strecke im Recurrens centralwärts weiter verfolgen."

Wie wir gesehen haben, wurden drei Benennungen gebraucht: 1. Ramus trachealis nervi laryngei superioris (Kandarazky, Ónodi), 2. Nervus trachealis (Kokin), 3. Nebenrecurrens (Réthy). Den Bezeichnungen entsprechend sind auch die Beschreibungen verschieden. Nach unseren neueren Untersuchungen können wir behaupten, dass von diesen Beschreibungen keine den thatsächlichen Verhältnissen entspricht, da diese morphologischen Erscheinungen keinen konstanten Charakter besitzen. Kandarazky erwähnt jene Fälle als Varietäten, in welchen der Ram. trachealis n. lar. sup. nicht als selbständiger Nerv erscheint, und sagt: „Diese Variationen stören keinesfalls den Grundplan." Ganz entgegengesetzt lautet die Beschreibung von Ellenberger und Baum, und Kokin korrigiert die letztere. Die Figuren von Kokin und Réthy entsprechen einander, stehen aber im starken Gegensatz zu den Figuren von Kandarazky und Ónodi. Die ersteren illustrieren eine Nervenschleife, welche Kokin als Nervus trachealis und Réthy als Nebenrecurrens bezeichnet. In der Figur von Kandarazky sehen wir einen selbständigen Nerven, welcher ganz oben mit dem Recurrens zusammenhängt und dann als Ramus trachealis n. lar. sup. zum Vagus läuft. Unsere Figuren illustrieren den Ram. trachealis n. lar. sup. auch als selbständigen Nerv. Mit dem Namen ist das Wesen seines Ursprunges gekennzeichnet worden. Kandarazky hat das Hauptgewicht darauf gelegt, die direkte Fortsetzung der Ansa Galeni in diesem Zweige zu beweisen; doch war er im reinen damit, dass auch Fasern des Recurrens darin enthalten sind, indem er sagt: „in dem Trachealzweig finden sich auf- und absteigende Fasern"; „die ganze obere Hälfte der Trachea wird vom Trachealzweig aus und vom N. recurrens aus innerviert." Dagegen bezeichnet Kokin nur mit Wahrscheinlichkeit die Ansa Galeni als die Bahn der von oben nach unten ziehenden Nervenfasern, indem er schreibt: „erstere bilden die Fortsetzung eines Teiles des inneren Astes des Nerv. lar. sup., der sich wahrscheinlich durch die Galensche Anastomose schon in der Kehlkopfregion dem Nerv. lar. inf. beigesellt." Diesbezüglich sagt Réthy: „Der Recurrens oder der Nebenrecurrens, wo ein solcher vorhanden ist, führt demnach in seinen oberen Partien centripetale, eigentlich dem Nerv. lar. sup. angehörende Fasern." Als Réthy die Bezeichnung Nebenrecurrens zuerst ge-

braucht, citiert er die Beschreibung von Ellenberger und Baum, nach welcher der Stamm des Recurrens gleich nach seinem Ursprunge sich in zwei gleich starke Zweige teilt, welche, nebeneinander verlaufend, am unteren Ende der Schilddrüse sich wieder vereinigen. Diese morphologische Erscheinung wird von Réthy als „ziemlich konstanter Nebenrecurrens" aufgefasst. Unsere Meinung geht dahin, dass diese Bezeichnung verfehlt und überflüssig ist, denn sie entspricht nicht dem Wesen des damit bezeichneten Nerven, andererseits können die von Ellenberger und Baum beschriebenen morphologischen Verhältnisse nicht als normale betrachtet werden, es handelt sich nur um eine Varietät, die in der beschriebenen Form selten vorkommt. Die Bezeichnung Nebenrecurrens könnte nur in Fällen solcher anatomischen Anomalien berechtigt sein, wo thatsächlich der Nervus recurrens in überzähliger Form, doppelt erscheint, wie dies auch Wrisberg[1]) beim Menschen beobachtet hat. In diesen Fällen, wo der überzählige Recurrens unterhalb des Ursprunges des normalen Recurrens den Vagusstamm verlassen hat und beide nebeneinander zwischen Trachea und Ösophagus verliefen, und später sich vereinigten, in diesen Fällen wäre die Bezeichnung „Nebenrecurrens", die Bezeichnung einer Anomalie am Platze. Wir werden aber auch die anderen Bezeichnungen modifizieren, da man mit ihnen keine konstanten morphologischen Verhältnisse bezeichnen kann. Nach unseren Untersuchungen können die beschriebenen Verhältnisse auftreten, wir wollen daher dem Wesen des Faserverlaufes und der Formverhältnisse entsprechend die passenden Bezeichnungen aufstellen. Zuerst wollen wir die Figur 25 näher betrachten, welche auf beiden Seiten die Verhältnisse illustriert.

Die Figur zeigt auf beiden Seiten die Ansa Galeni, welche dann als Ramus trachealis n. laryng. sup. vom Stamme des Recurrens sich trennt und weiter unten sich wieder mit ihm vereinigt. Es ist auf beiden Seiten eine Schlinge vorhanden, aus welcher Äste zur Trachea und zum Ösophagus ziehen. Zwischen der Ansa Galeni und dieser Schlinge entspringen aus dem Recurrensstamm einzelne Fäden zur Trachea. Auf der linken Seite ist nur eine Schlinge vorhanden, unterhalb dieser Schlinge giebt der Recurrensstamm mehrere Zweige zur Luftröhre und zur

[1]) Henle, Nervenlehre. 1879.

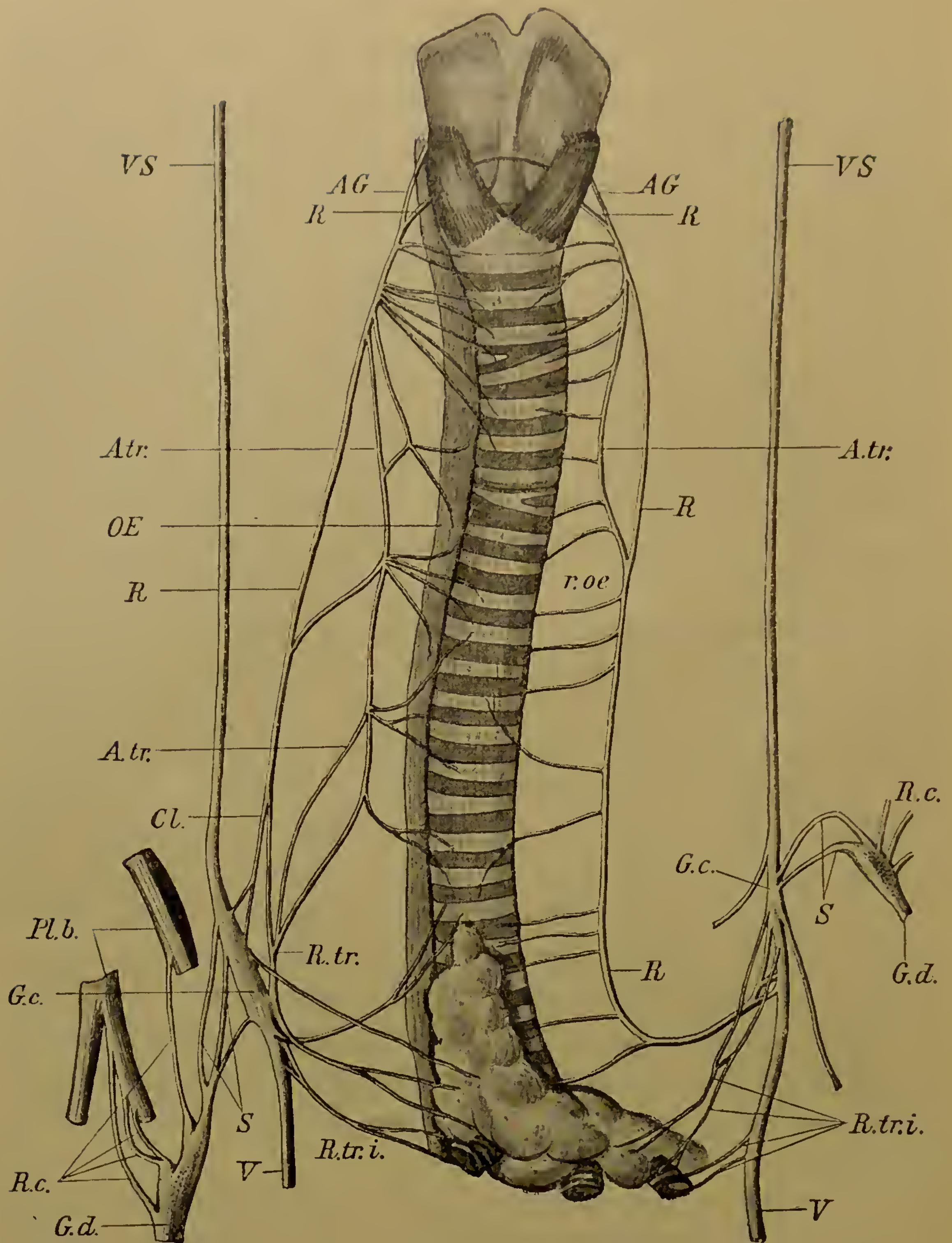


Fig. 25.

Hund: Die Nerven der Trachea sind bis zu den Bronchien verfolgt, sie sind von Fett und Zellgewebe bedeckt. *VS.* Vagosympathicus, *Gc.* unteres Ganglion des Halssympathicus, *Gd.* erstes Ganglion des Brustsympathicus, *Rc.* Rami commicantes zum Plexus brachialis, *S.* sympathischer Grenzstrang zwischen den beiden Ganglien, *V.* Vagus, *R.tr.i.* Rami tracheales inferiores, *R.* unterer Kehlkopfnerv, *Pl.b.* Plexus brachialis, *Cl.* Verbindung zwischen dem unteren Kehlkopfnerv und dem unteren Ganglion des Halssympathicus, *R.tr.* Ramus trachealis nervi laryngei inferioris, welcher in der Bildung der Ansa trachealis teilnimmt, *A.tr.* Ansa trachealis, *Oe.* Oesophagus, *r.oe.* Rami oesophagei, *Ag.* Ansa Galeni, sowohl die Ansa Galenie wie die Ansa trachealis giebt viele Fäden zur Trachea und einige zum Oesophagus. Anmerkung: Die mit *Gc.* bezeichnete Linie liegt tiefer, sie sollte höher zwischen dem Ursprung der mit *S.* und *Cl.* bezeichneten Nerven liegen.

Speiseröhre, der linke Recurrens entspringt mit drei Wurzeln aus dem Vagus und nach seinem Ursprung giebt er zwei Zweige zum unteren Teil der Luftröhre, die anderen Trachealzweige entstammen vom Vagus. Auf der rechten Seite sind ausser der erwähnten Schlinge noch zwei vorhanden, aus jeder entspringen Ästchen zur Trachea und zum Ösophagus. Der Recurrens selbst steht mit zwei Fäden mit dem unteren Halsganglion in Verbindung, nahe seinem Ursprunge giebt er einen stärkeren Trachealzweig zum unteren Teil der Trachea, die anderen Zweige kommen vom Vagus. Die linksseitige Schlinge entspricht den Zeichnungen von Kokin und Réthy, während das rechtsseitige Bild mit der dreifachen Schlinge von allen mitgeteilten Figuren abweicht. Unsere Untersuchungen haben die von Ellenberger und Baum beschriebenen Verhältnisse nicht konstatieren können, wir betrachten sie deshalb für eine Varietät. Weiterhin konnten wir uns nicht davon überzeugen, dass die von ihnen beschriebenen Nerven miteinander und mit jenen der entgegengesetzten Seite zusammenhängen, und dass der dorsale und ventrale Endast des Recurrens miteinander durch einige Fäden verbunden sind. Zur Orientierung der Beschreibung und Auffassung von Ellenberger und Baum erwähnen wir die Beschreibung des wichtigsten Recurrensastes: „Der dorsale Zweig stellt wesentlich einen Ramus communicans zum Nerv. lar. sup. dar.“ Dieser Ast giebt Zweige für den M. cricoarytaenoideus posticus und den M. arytaenoideus transversus. Wir haben gefunden, dass die Verhältnisse, wie sie in den Abbildungen von Kokin und Réthy wiedergegeben sind, häufig vorkommen, aber schon Kandarazky hat sie als Varietät erwähnt. Ebenso kommt häufig jener Verlauf vor, den die Abbildungen von Kandarazky und von mir illustrieren, d. h. das Vorkommen des Ramus trachealis n. lar. sup., Kandarazky hat aber diesen Zweig als die direkte Fortsetzung des oberen Kehlkopfnerven betrachtet, und die Verbindung der Ansa Galeni mit dem Recurrens nur als eine scheinbare. Dagegen fanden wir, dass die Ansa Galeni mit dem grössten Teil seiner Fasern in die Bahn des Ramus trachealis n. lar. sup. tritt, ein kleiner Teil der Fasern aber mit dem Recurrens in Zusammenhang steht Die bisherigen Ansichten vereinigen sich darin, dass die Nerven der Luftröhre von den oberen und den unteren Kehlkopfnerven stammen. Wie wir gesehen haben, sind nur die morphologischen Erscheinungen verschieden und deshalb bezeichnen wir den That-

sachen entsprechend den zum grössten Teile vom Laryngeus superior herrührende Fasern enthaltenden Ast als Ramus trachealis n. laryngei superioris und die unteren vom Recurrens entspringenden Zweige als Rami trachealis n. laryngei inferioris. Sowohl der obere wie die unteren Trachealzweige können selbständig verlaufen. Von den letzteren ist es gewöhnlich ein Trachealzweig (zuweilen zwei), welcher sich mit dem Ramus trachealis n. lar. inf. verbindet und mit demselben eine Schlinge bildet, die wir Ansa trachealis nennen wollen. Die morphologischen Erscheinungen also, die wir häufiger beim Hunde antreffen, sind folgende: Ramus trachealis nervi laryngei superioris, Ansa trachealis, Rami tracheales nervi laryngei inferioris.

VIII. Die isolierten respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel.

Die Anatomie der respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel bildete bisher nicht den Gegenstand der Untersuchungen. Die komplizierte physiologische Einrichtung des Kehlkopfes, die subcerebralen und die Rindencentren der Phonation und der Respiration sprechen für die Annahme eines isolierten Verlaufes der Erweitererbündel und der Verengererbündel. Meine Untersuchungen, welche sich auf den Verlauf der cerebrospinalen Faserbündel im sympathischen Grenzstrange beziehen, haben meine Überzeugung bekräftigt, dass zwischen den physiologischen Bestimmungen und den anatomischen Einrichtungen ein inniger Zusammenhang besteht.

Zu der erwähnten Frage habe ich schon a priori den Standpunkt eingenommen, dass die respiratorischen und die phonatorischen Bündel voneinander isoliert verlaufen, von den Centren zur Peripherie, und nur durch das Perineurium zu einem Strang verbunden werden. Morphologisch ist diese Frage bis heute noch nicht behandelt worden. Wir können die Frage noch nicht beantworten, ob bei dem Zusammentreffen der vorderen und hinteren Nervenwurzeln und bei der peripheren Plexusbildung die Nervenfasern sich in der That vermischen, oder ob sie sich nur oberflächlich einander anschmiegen. Beides kann vorkommen, wahrscheinlich ist es aber, dass die von verschiedenen Wurzeln stammenden Nervenbündel in einem Nervenstamme isoliert verlaufen und nur vom Perineurium als Ganzes verbunden sind, um gelegentlich sich wieder voneinander zu trennen. Professor Lenhossék hat an seinen Schnitten gefunden, dass unterhalb der Spinalganglien eine wirkliche Plexusbildung nicht stattfindet; sondern die motorischen und sensiblen Bündel parallel nebeneinander laufen. Aber eine langsam sich ausbreitende Plexusbildung kann er auch nicht ausschliessen. Die embryolo-

gischen Untersuchungen haben gezeigt, dass auch an der Peripherie die motorischen Nervenfasern früher ihre Markhülle erhalten als die sensitiven. Diese Thatsache kann in unserer Frage nicht verwertet werden, da wir es im Recurrens nur mit verschiedener physiologischer Bestimmung versehenen, aber sonst gleichen motorischen Bündeln zu thun haben. Dass anatomisch einzelne Nervenbündel auf langer Strecke isolierbar sind, das lehren die litterarischen Daten. Uns ist es gelungen, die cerebrospinalen Faserbündel im Sympathicus zu isolieren und zu verfolgen. Penso[1]) beschreibt merkwürdige Resultate, indem er den Nervus petros. sup. maj. durch das Ganglion sphenopalatinum und durch das Ganglion geniculatum in den Stamm des Nerv facialis und in die Chorda tympani verfolgen konnte. Ich habe die Verdauungsmethode versucht, ohne ein Resultat zu erzielen. Mit der Anatomie der respiratorischen und der phonatorischen Nervenbündel des Kehlkopfes hat sich bisher niemand befasst. Der Stamm des Recurrens zeigte nach der Verdauung einen aufgedunsenen Strang, in dessen Mitte ein dichter Nerv sich hinzog. Mehrere Nervenbündel waren weder mit freiem Auge, noch mittels Präparation sichtbar. Ich habe die anatomische Zerfaserung vorgenommen und den Nervenstamm unter Wasser mit Nadeln auf einer Korklamelle auf seine Bündel zerlegt.

Wenn wir die anatomischen Verhältnisse betrachten, so sehen wir, dass der Recurrens sich in einen medialen und einen lateralen Zweig teilt, der laterale Zweig giebt die Äste zum Cricoarytaenoideus lateralis und zum Thyreoarytaenoideus, der mediale Zweig giebt die Äste zum Cricoarytaenoideus posticus und zum Arytaenoideus transversus. Wir finden aber auch selbständig den Ast zum Cricoarytaenoideus posticus, in diesem Falle entspringt der Ast zum Arytaenoideus transversus vom lateralen Zweig. Wenn wir die im Stamme des Recurrens verlaufenden verschiedenen Nervenbündel betrachten, so werden wir die Schwierigkeit erkennen, welche der vollkommenen Isolierung der respiratorischen und phonatorischen Bündel entgegensteht. Es verlaufen im Stamme des Recurrens ausser den Verengererbündeln und den Erweitererbündeln Nervenfasern, welche zur Trachea und zum Oesophagus ziehen, fernerhin solche, welche vom Sympathicus und vom N. laryngeus superior stammen. Mit diesen Schwierigkeiten rechnend, habe ich meine Untersuchungen bei Rindern, Hunden,

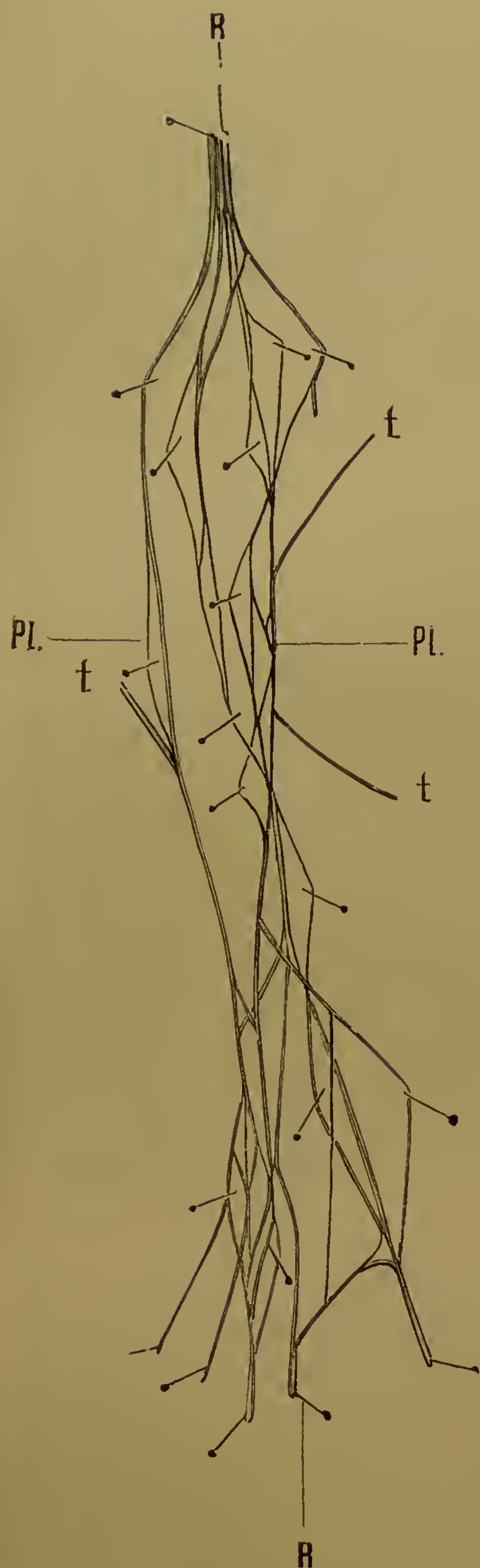


Fig. 26.
Rind: Der Stamm des unteren Kehlkopfnerven ist in seine Faserbündel zerlegt; es ist eine ausgebreitete flache Geflechtbildung zu sehen, welche die Isolierung der phonatorischen und respiratorischen Faserbündel unmöglich macht. *R.* Recurrensstamm, *Pl.* Geflechtbildung, *t.* Trachealzweig.

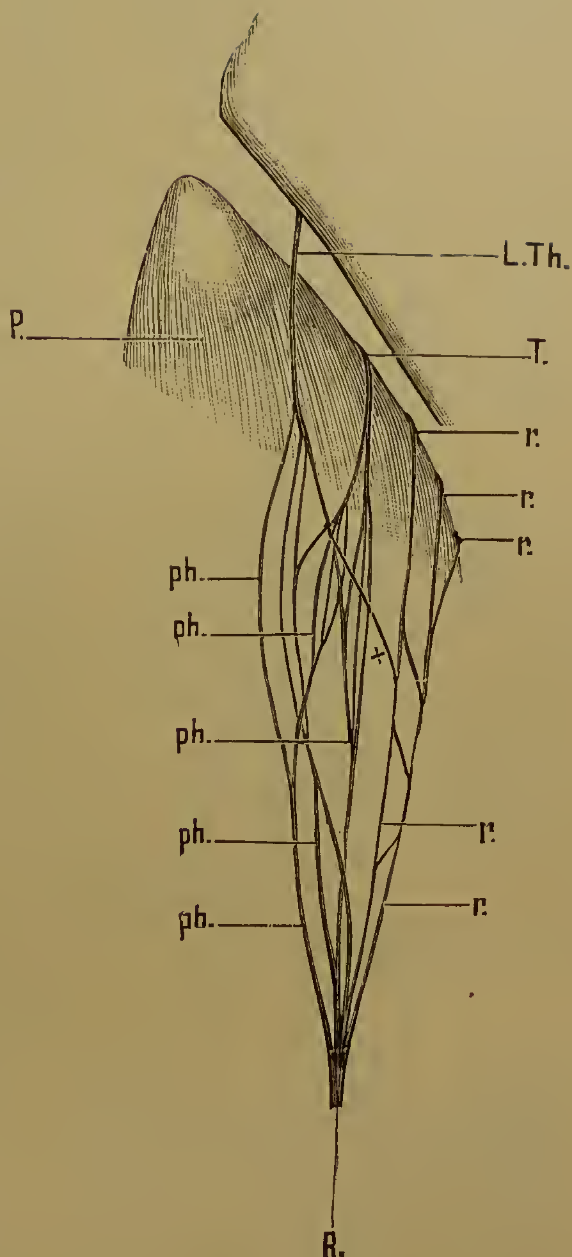


Fig. 27.
Rind: Der Recurrensstamm nahe seiner anatomischen Verästelung. Die Zweige sind auf den Erweitermuskel gelegt. Die Geflechtbildung bezieht sich mehr auf die phonatorischen Bündel. *R.* Stamm des unteren Kehlkopfnerven, *P.* Musculus cricoarytaenoideus posticus, *L.Th.* Nerv des Musculus cricoarytaenoideus lateralis und des Musculus thyreoarytaenoideus, *T.* Nerv des Musculus arytaenoideus transversus, *ph.* phonatorische Bündel, *r.* respiratorische Bündel, * phonatorische Fasern, welche die Bahn des respiratorischen Bündels verlassen.

Menschen und Pferden begonnen, und nach den ersten Untersuchungen am Recurrens des Ochsen erschien die Lösung der Frage fast illusorisch. Wie die Figur 26 zeigt, existiert im Stamme des Recurrens beim Rind eine so ausgebreitete Geflechtbildung, dass die Isolierung der respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel als unmöglich sich erwies. Die Stärke der Geflechtbildung ist an verschiedenen Stellen verschieden, das Auseinandergehen und Zusammentreffen der einzelnen Bündel, mit einem Worte, in der ganzen Geflechtbildung ist ein entschiedenes System nicht zu erkennen. Wenn wir aber den Stamm des Recurrens dort zerlegen, wo derselbe in seine Zweige sich teilt, dann bekommen wir ein viel klareres Bild. Die Geflechtbildung erstreckt sich auch auf die Äste, man kann aber deutlich sehen, dass sie sich mehr auf die phonatorischen Bündel bezieht. Dieses Verhältnis illustriert die Figur 27. Man sieht deutlich, dass die Nerven der Mm. thyreoarytaenoideus, cricoarytaenoideus lateralis und arytaenoideus transversus eine grössere Geflechtbildung zeigen, während unter den respiratorischen Bündeln nur einzelne einfache Verbindungen zu sehen sind. Wir sehen aber, dass in der Bahn des respiratorischen Bündels auch phonatorische Fasern sich befinden, welche sich dann im Gebiet der Verästelung trennen. Fig. 27 zeigt einen Faden, welcher vom respiratorischen Bündel zu einem weiter gelegenen phonatorischen Bündel übergeht. Fig. 28 bezieht sich auch auf das Rind und zeigt den Stamm des Recurrens am Orte seiner Verästelung. Auch hier lässt sich

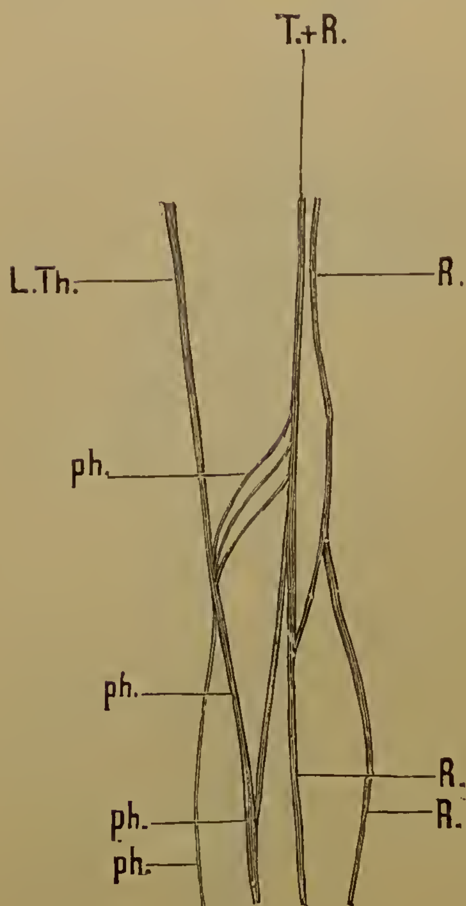


Fig. 28.
Rind: Der Recurrensstamm am Orte seiner Verzweigung. *L.Th.* Nerv des Musculus cricoarytaenoideus lateralis und des Musculus thyreoarytaenoideus, *R.* Nerv des Musculus cricoarytaenoideus posticus, *R.R.* respiratorische Bündel, *T+R.* Nervenstamm, welcher die Zweige für d. Musculus cricoarytaenoideus posticus und für den Musculus arytaenoideus transversus enthält, *ph.* phonatorische Bündel.

die erwähnte Tendenz der Geflechtbildung der phonatorischen Bündel erkennen. Wir sehen, dass die phonatorischen Fäden sich nur an das respiratorische Bündel anschmiegen, um es wieder zu verlassen; eine Streke lang verlaufen die Zweige für den M. cricoarytaenoideus posticus und für den M. arytaenoideus transversus in einem Bündel, es ist aber deutlich zu sehen, wie sich der Nerv des Musculus arytaenoideus transversus seine Fasern sammelt. Den gemeinschaftlichen Verlauf erklären die nahen örtlichen Verhältnisse, nach welchen der Nerv des Arytaenoideus transversus unter den Cricoarytaenoideus posticus verlaufen muss, um zu seinem Bestimmungsort zu gelangen.

Beim Rind erlaubt die ausgedehnte Geflechtbildung nicht eine Isolierung der respiratorischen und phonatorischen Bündel, dennoch erscheint uns die Annahme sehr wahrscheinlich, dass die Geflechtbildung von dem phonatorischen Bündel erzeugt wird und dass die respiratorischen Bündel daran keinen Anteil haben. Die Auswechselung der phonatorischen Fasern, das Anschmiegen und das Verlassen derselben an das und von dem respiratorischen Bündel erzielen die Geflechtbildung. Und so können die respiratorischen Fasern neben der Geflechtbildung als einheitliches Bündel im Stamme des Recurrens verlaufen. Diese Annahme bekräftigen unsere weiteren Untersuchungen.

Beim Hund verläuft parallel und lose verbunden mit dem Stamme des Recurrens der Ramus trachealis n. laryngei superioris, zahlreiche feine Äste zur Trachea sendend. Eigentlich bildet er die Fortsetzung der Ansa Galeni, welche beim Menschen mit dem lateralen Zweig im Zusammenhang steht und in die Bahn des Recurrens sensible Fasern vom Laryngeus sup. bringt. Beim Hund hängt er mit dem Stamme des Recurrens zusammen vor seiner Verästelung, und dann läuft er parallel mit ihm am Halse, seine Fasern der Trachea abgebend. Die Verhältnisse illustriert Fig. 29. Gleichzeitig zeigt diese Figur rechterseits den zerlegten Recurrens. Die respiratorischen und phonatorischen Bündel sind isolierbar, aber wir können Verbindungen treffen, wie die Fig. 29 zeigt, welche scheinbar gegen eine vollständige Isolierung sprechen könnten. Wir sehen am unteren Teil des Recurrens ein Bündel, welches sich in zwei Zweigchen teilt, das eine Zweigchen zieht zum isolierten respiratorischen Bündel, das andere zum phonatorischen Bündel; am oberen Teil des Recurrens vor seiner Verästelung sehen wir noch eine Ver-

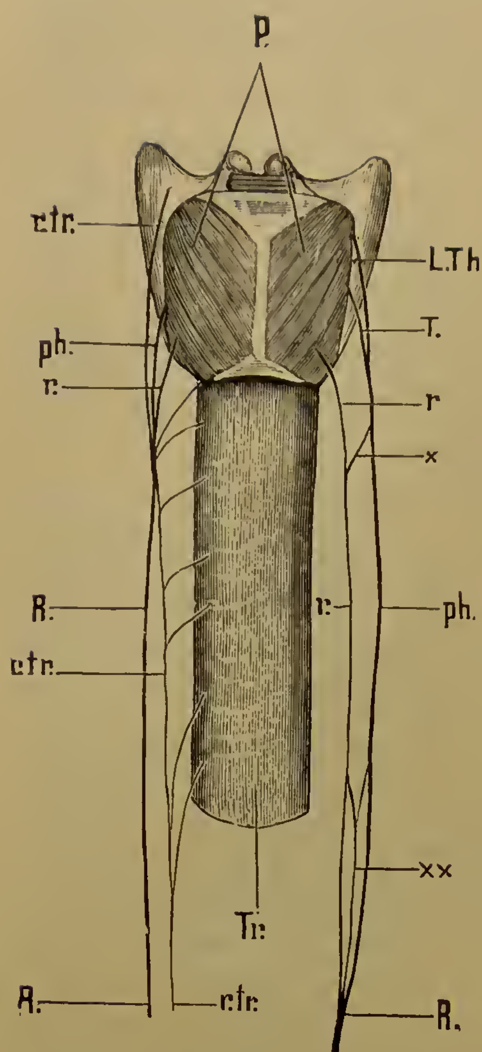


Fig. 29.
Hund: Rechts ist der Recurrens zerlegt, links die normalen anatomischen Verhältnisse, mit dem Recurrens parallel verlaufenden Ramus trachealis *n.* laryng. sup., *R.* Recurrens, *P.* Cricoarytaenoideus posticus, *Tr.* Trachea, *r.tr.* Ramus trachealis n. laryngei superioris, *L.Th* Nerv der Mm. cricoarytaenoideus lateralis und thyreoarytaenoideus, *T.* Nerv des Musc. arytaenoideus transversus, *r.r.* Nerv des Cricoarytaenoideus posticus, respiratorisches Bündel, * phonatorische Fasern, welche die Bahn des respiratorischen Bündels verlassen, ⁑ phonatorisches Bündel, dessen Zweigchen sich dem respiratorischen Bündel anschmiegt, *ph.* phonatorisches Bündel, *r.* respiratorisches Bündel.

bindung, ein feiner Faden zieht vom respiratorischen Bündel zum phonatorischen hinauf. Näher betrachtet ist es uns klar, dass die bei dem Rind an dem phonatorischen Bündel beobachtete Geflechtbildung sich hier beim Hund in sehr geringem Masse wiederholt. Es verlässt ein Faden das phonatorische Bündel, schmiegt sich dem respiratorischen an, um höher es wieder zu verlassen und sich an das phonatorische Bündel zu schliessen, wie es unten das andere Zweigchen that. Dass es wirklich so ist, zeigt uns in diesem Falle die Thatsache, dass der Nerv des Transversus vom phonatorischen Bündel entspringt. Gerade das Gegenstück sehen wir beim Pferd in der Fig. 31 illustriert. Es ist daher möglich, dass phonatorische Fasern sich an das respiratorische Bündel anschmiegen können, um den örtlichen Verhältnissen entsprechend mit demselben den M. arytaenoideus transversus erreichen zu können, oder nur teilweise einen gemeinsamen Verlauf zeigen, um wieder zum phonatorischen Bündel zurückzukehren oder schliesslich schon in ihrem ganzen Verlauf in der Bahn des phonatorischen Bündels enthalten sind.

Beim Menschen ist es gelungen, die respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel bis zu den grossen Gefässen zu isolieren. Figur 30 zeigt den linken Recurrens in die zwei erwähnten

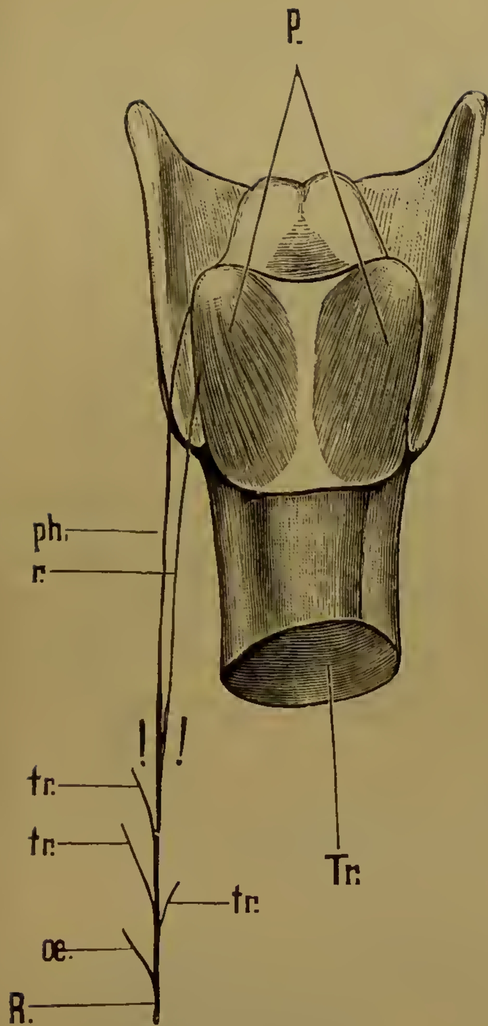


Fig. 30.

Mensch: Der Stamm des linken Recurrens zerlegt. *R.* Recurrens, *P.* Cricoarytaenoideus posticus, *Tr.* Trachea, *oe.* Oesophagealzweig, *tr.* Trachealzweig, *r.* respiratorisches Bündel, Nerv des Cricoarytaenoideus posticus, *ph.* phonatorisches Bündel, Nerv der Mm. crycoarytaenoideus lateralis, thyreoarytaenoideus und arytaenoideus transversus.

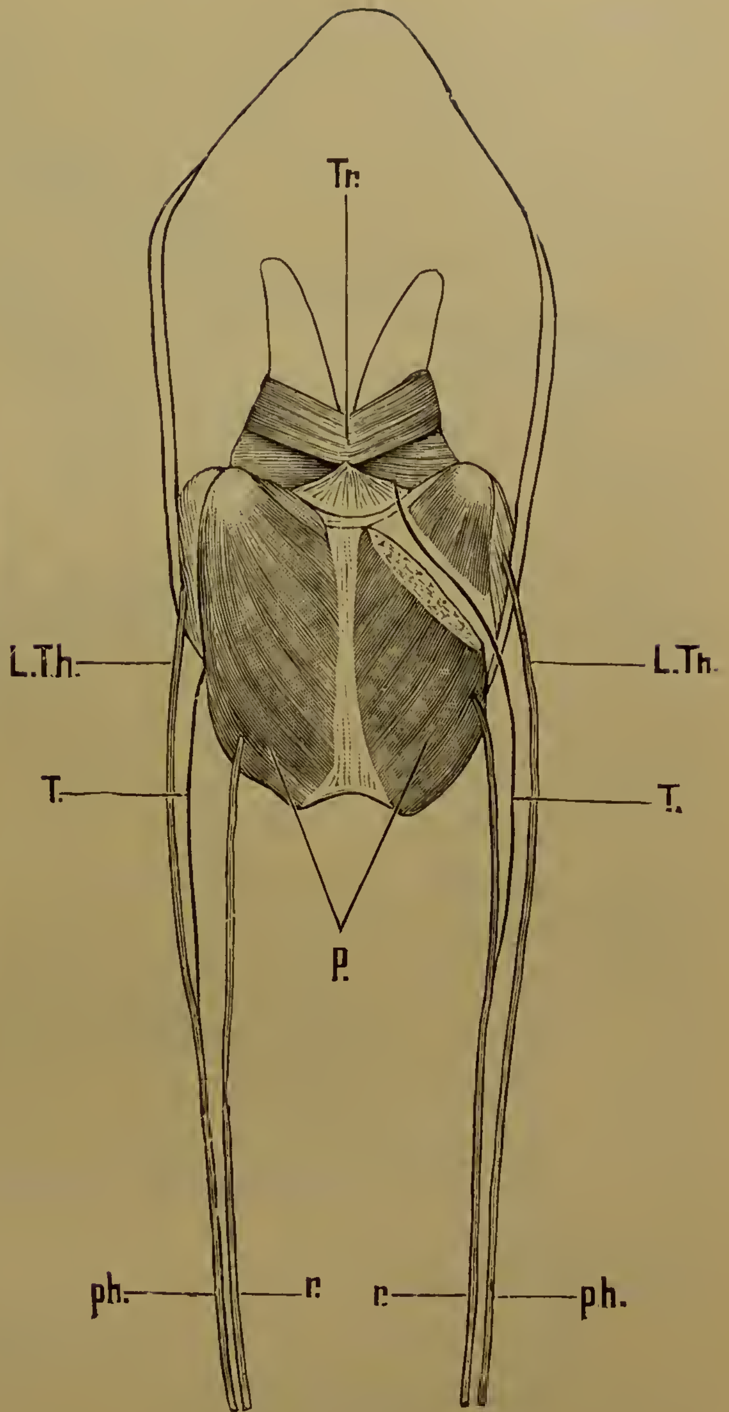


Fig. 31.

Pferd: Die Recurrentes sind auf einem kleinen Gebiete des ausgeschnittenen Materials zerlegt, die respiratorischen und phonatorischen Bündel sind isoliert, sowie die Nervenbündel des Musc. arytaenoideus transversus ein wenig verfolgt. *P.* Cricoarytaenoideus posticus, *Tr.* Musc. arytaenoideus transversus, *r.* respiratorisches Bündel, der Nerv des Cricoarytaenoideus posticus, *ph.* phonatorisches Bündel, *L.Th.* Nerv d. Mm. cricoarytaenoideus lateralis u. thyreoarytaenoideus, *T.* Nerv des Musc. arytaenoideus transversus.

Bündel zerlegt. Die Isolierung und Verfolgung wird durch die Zartheit und Dünnheit der Nervenfaden sehr erschwert, so dass dieselbe am unteren Teil des Halses, wo der Recurrens seine tiefen Äste zur Trachea giebt und sich mit dem Sympathicus verbindet, nicht weiter ausführbar war. Bis dorthin war es deutlich zu konstatieren, dass die respiratorischen und phonatorischen Bündel im Stamme des Recurrens nebeneinander als einheitliche isolierte Bündel verlaufen.

Beim Pferd ist es gelungen, die Frage endgültig zu entscheiden. Schon meine frühere Untersuchung am Sympathicus beim Pferd haben mein Vertrauen befestigt, dass auch in dieser Frage das Pferd ein gutes Material sein würde. Und ich habe mich nicht getäuscht. Schon das erste kleine Präparat hat mich von der Lösbarkeit der Frage überzeugt. Fig. 31 zeigt, dass die respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel schön zu isolieren sind, auch die Nerven des Arytaenoideus transversus waren eine Strecke verfolgbar. Die Fig. 31 zeigt, dass der Nerv des Arytaenoideus transversus auf der einen Seite vom respiratorischen Bündel, auf der anderen Seite vom phonatorischen Bündel entspringt. Die zu kurz abgeschnittenen Nerven haben nicht die weitere Verfolgung erlaubt, welche gewiss an einer Stelle gezeigt hätte, wie der Nerv des Arytaenoideus transversus die Bahn des respiratorischen Bündels verlässt, um in die ursprüngliche Bahn des phonatorischen Bündels einzutreten. Die teilweise Anschliessung der phonatorischen Nervenfasern an das respiratorische Bündel haben wir schon früher besprochen.

Fig. 32 illustriert ein Präparat beim Pferd, an welchem es uns gelungen ist, die isolierten phonatorischen und respiratorischen Bündel im Stamme des Recurrens am Hals, am oberen Teil der Brusthöhle durch die sympathischen Verbindungen in den Stamm des Vagus zu verfolgen und so zur Erkenntnis der anatomischen Thatsache zu gelangen, dass entsprechend der doppelten Funktion des Kehlkopfes, der Atmung und der Stimmbildung, die respiratorischen und phonatorischen Nervenfasern von den Centren zu den Kehlkopfmuskeln in einheitlichem isoliertem Nervenbündel verlaufen. Die Länge der isolierten respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel vom Kehlkopf bis zu den sympathischen Verbindungen beträgt 66 cm; in diesem Abschnitt entspringen von den Bündeln Trachealzweige, welche in der Figur angegeben sind. Die Länge der isolierten

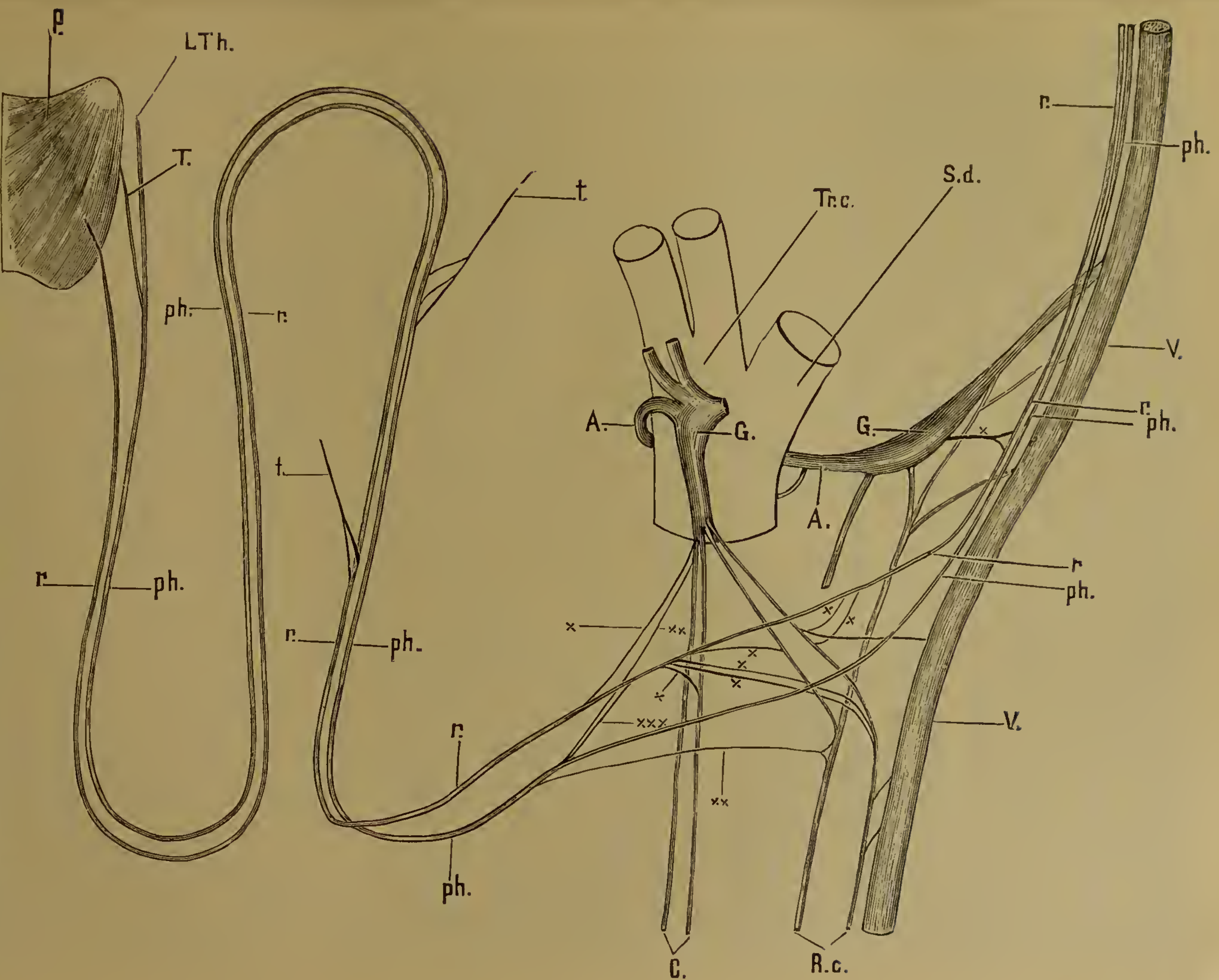


Fig. 32.

Pferd: Der Stamm des Recurrens ist in seiner ganzen Ausbreitung zerlegt, die isolierten respiratorischen u. phonatorischen Bündel sind am oberen Teil der Brusthöhle durch die sympathischen Verbindungen in den Stamm des Vagus verfolgt. Überraschend schön zeigt sich das Verhältnis des isolierten respiratorischen Bündels zu d. sympathischen Nervensystem und zu den Rami cardiaci. *P.* Cricoarytaenoideus posticus, *L.Th.* Nerv der Mm. crycoarytaenoideus lateralis und thyreoarytaenoideus, *T.* Nerv des Musc. Arytaenoideus transversus, *r.r.* respiratorisches Bündel, *ph.ph* phonatorisches Bündel, *t.* Trachealzweig, *V.* Vagus, *A.* Ansa Vieusseni, *G.* sympathisches Ganglion, *Tr.c.* Truncus caroticus, *S.d.* Subclavia dextra, *C.* Verbindungsäste zum Ganglion stellatum, *R.c.* Rami cardiaci mit ihren sympathischen und Vaguswurzeln und laryngealen Verbindungen, * die Verbindungen d. respiratorischen Bündels mit dem sympathischen Nervensystem und mit den Rami cardiaci, ** Verbindungen des phonatorischen Bündels, *** Verbindung des respiratorischen Bündels mit dem phonatorischen Bündel.

respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel im Stamme des Vagus beträgt 22 cm und sind daselbst leicht zu verfolgen. Der Schwerpunkt der Isolierung ist jene Schlinge, welche der Recurrens beim Ursprung vom Vagus bildet, um unter den grossen Gefässen zwischen Trachea und Oesophagus gegen den Kehlkopf zu ziehen. Da sind die sympathischen Verbindungen, die Ansa Vieusseni und die Rr. cardiaci. An dieser Stelle ist die Isolierung des phonatorischen Bündels und die Verfolgung in den Vagusstamm desselben verhältnismässig leicht gegangen, es waren, wie die Figur auch zeigt, zwei Verbindungen zu sehen, die eine (**) mit der Ansa Vieusseni, die andere (**) mit dem R. cardiacus; der erste Faden verbindet ein Bündel, welches von dem Ganglion der Ansa Vieusseni zu dem Ganglion stellatum zieht, der zweite Faden zerfällt in einen ab- und aufsteigenden Teil, welcher letzterer mit einem Ast der Ansa Vieusseni zusammentrifft. Ausserdem sehen wir eine kurze Verbindung zwischen den respiratorischen und phonatorischen Bündeln. Umso schwerer ging die Verfolgung des isolierten respiratorischen Bündels in den Vagusstamm, es war eingebettet in den sympathischen Verbindungen, acht Verbindungsfäden konnten wir konstatieren, welche in der Figur mit * bezeichnet sind. Von dem Ganglion der Ansa Vieusseni gehen zwei Bündel (*c*) zum Ganglion stellatum, zwei dünnere Zweige zu den Rami cardiaci (R. c.); das respiratorische Bündel ist mit fünf Fäden mit diesen erwähnten Zweigen verbunden. Vorn die Ansa Vieusseni mit dem R. cardiacus verbindenden Zweig gehen zwei Fäden zu dem im Vagus verlaufenden respiratorischen Bündel und weiter oben steht dasselbe mit der Ansa Vieusseni wieder in Verbindung mit einem auf- und absteigenden Faden. Die enge Verbindung des respiratorischen Bündels mit dem Sympathicus und den Rami cardiaci ist sehr auffallend im Vergleiche mit den einfachen Verhältnissen des phonatorischen Bündels. Wir haben beim Pferd zwei Thatsachen erkannt: 1. den isolierten anatomischen Verlauf der respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel im Stamme des Recurrens und des Vagus, 2. das enge Verhältnis des isolierten respiratorischen Bündels mit dem Sympathicus und den Rami cardiaci. Betrachten wir diese Thatsachen näher. Wir haben gesehen, dass es uns gelungen ist, beim Pferd die isolierten respiratorischen und phonatorischen Bündel in der Länge von 88 cm in den Stämmen

des Recurrens und des Vagus zu verfolgen. Beim Menschen und beim Hunde ist uns die Isolierung am Hals gelungen, hingegen beim Rind war dieselbe wegen der ausgedehnten Geflechtbildung nicht ausführbar. Ferner haben wir gesehen, dass die phonatorischen Bündel sich dem respiratorischen Bündel anschmiegen können, dass der Nerv des M. arytaenoideus transversus gemeinsam mit dem respiratorischen Bündel in verschiedener Länge verlaufen kann und von ihm zu seinem Bestimmungsorte gehen kann, derselbe Nerv kann von dem respiratorischen Bündel nach einem kürzeren Verlauf vom phonatorischen Bündel wieder zurückkehren und dann zu seinem Muskel gehen und zuletzt kann derselbe in seinem ganzen Verlaufe in der Bahn des phonatorischen Bündels enthalten sein.

IX. Das Verhältnis der Kehlkopfnerven zum Sympathicus und zu den Rami cardiaci.

Dieses Kapitel hat die Aufgabe, jenes Verhältnis zu beleuchten, welches zwischen den oberen und unteren Kehlkopf-

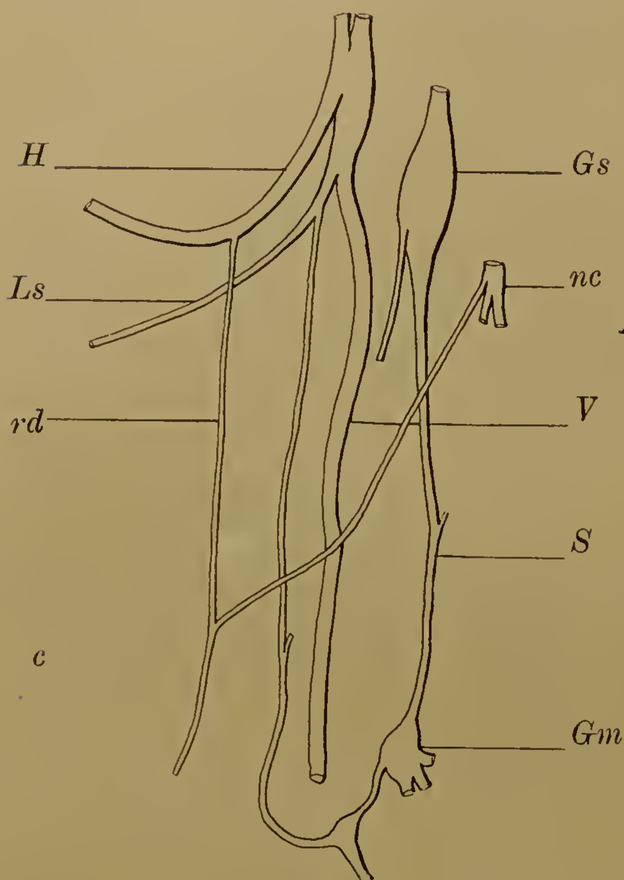


Fig. 33.
H Hyppoglossus, *rd* sein absteigender Ast, *nc* Geflecht der Halsnerven, *Gs* oberstes sympathisches Halsganglion, *Ls* oberer Kehlkopfnerv, *V* Vagus, *S* sympathischer Grenzstrang, *Gm* mittleres sympathisches Halsganglion, *c* seine Verbindung mit dem oberen Kehlkopfnerven.

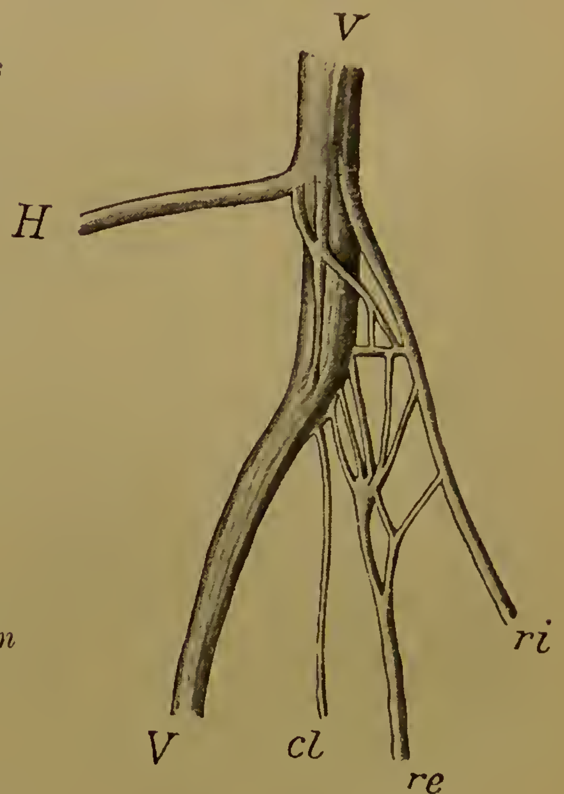


Fig. 34.
Mensch: *V* Vagus, *H* Hypoglossus, *ri* innerer Ast des oberen Kehlkopfnerven, *re* äusserer Ast, *cl* Ramus cardiacus nervi laryngei sup.

nerven einerseits und dem Sympathicus und den Herznerven andererseits besteht. Zuerst betrachten wir die Verbindungen

des oberen Kehlkopfnerven mit dem Sympathicus. Was den Stamm des Laryngeus superior betrifft, so finden wir wenig Angaben. Rüdinger erwähnt, dass der Laryngeus superior mit einem Faden mit dem oberen Halsknoten zusammenhängt. Hollstein erwähnt dieselbe Verbindung und noch eine mit dem oberen Herznerven.

Professor Thanhoffer hatte die Güte, mir ein Präparat zu zeigen, wo ein Faden den Laryngeus superior mit dem unteren sympathisehen Halsknoten verbindet (Fig. 33). Der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven ist es, welcher in engerem Zusammenhang steht sowohl mit dem oberen Halsknoten wie auch mit den oberen Herznerven. Wir halten diese letztere Verbindung für wichtig, weil wir auch auf Grund unserer früheren Untersuchungen[1]) beim Menschen den Nervus depressor ganz analog halten dem Herzzweig des äusseren Astes des oberen Kehlkopfnerven, welcher selbständig oder in Verbindung mit den oberen Herznerven verlaufen kann. Bevor wir die Verbindungen des Ramus externus n. lar. sup. zusammenfassen, wollen wir einige Anomalien erwähnen, die sich auf Ursprung und Verbindungen des oberen Kehlkopfnerven beziehen. So habe ich beim Menschen ein Geflecht (Fig. 34) zwischen Vagus und Laryngeus superior beobachtet, welches 1 cm breit und 25 cm lang war. Der innere Ast des Laryngeus superior stand mit dem Geflecht in Verbindung und entsprang oberhalb desselben vom Vagus, der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven hatte sich aus dem Geflecht zusammengesetzt und der Ramus cardiacus kam vom Vagus. In einem Falle sah ich beim Menschen, dass der äussere Ast des oberen Kehlkopfnerven mit zwei Wurzeln entsprungen ist (Fig. 36), die eine vom oberen Kehlkopfnerven, die andere vom Vagus; der äussere Ast stand je durch einen Faden mit dem oberen Halsknoten und mit dem oberen Herznerven in Verbindung. In einem anderen Falle ebenfalls beim Menschen habe ich beobachtet, dass der äussere und der innere Ast des oberen Kehlkopfnerven isoliert ihren

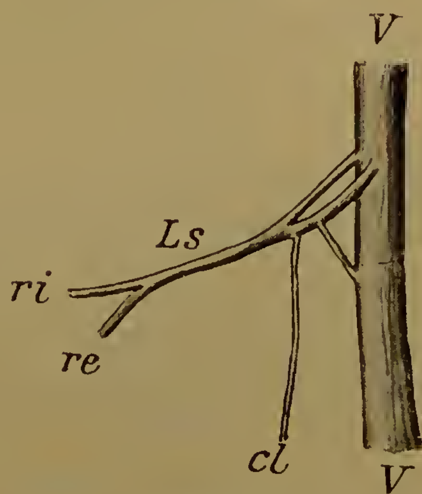


Fig. 35.
Mensch: *V* Vagus, *Ls* Laryngeus superior, *ri* innerer Ast, *re* äusserer Ast, *cl* Ramus cardiacus nervi laryngei sup.

[1]) Archiv f. Anat. 1880.

Ursprung nahmen vom Vagusstamme; ausserdem war der innere Ast mit dem Vagusstamme noch verbunden, ferner gab der innere Ast einen Ramus cardiacus, der sich auch mit dem äusseren Aste verband (Fig. 37). In einem Falle sah ich beim Menschen den Laryngeus superior mit zwei Wurzeln seinen Ursprung nehmen vom Vagusstamme, von der äusseren Wurzel ging ein Zweigchen zum Vagusstamm, ferner ein Ramus cardiacus (Fig. 35).

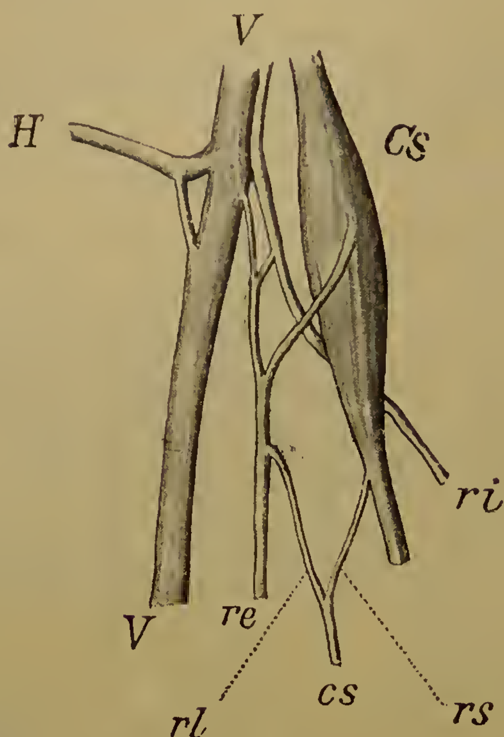


Fig. 36.
Mensch: *V* Vagus, *H* Hypoglossus, *Gs* oberes sympathisches Halsganglion, *ri* inuerer Ast des oberen Kehlkopfnerven, *re* äusserer Ast, *cs* Ramus cardiacus superior, rl Wurzel vom Ramus externus, *rs* Wurzel vom sympathischen Ganglion.

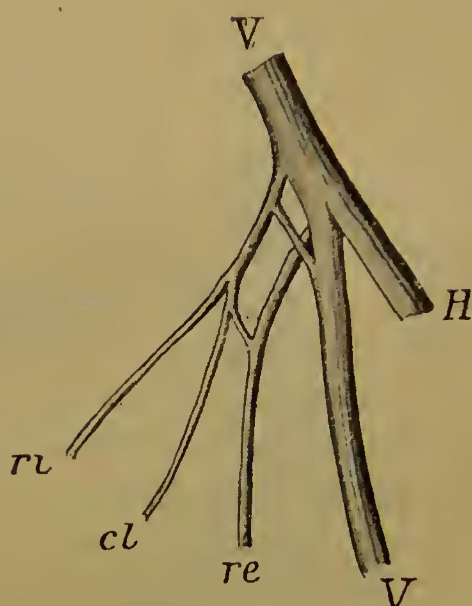


Fig. 37.
Mensch: *V* Vagus, *H* Hypoglossus, *ri* innerer Ast des oberen Kehlkopfnerven, *re* äusserer Ast, *cl* Ramus cardiacus nervi laryngei sup.

Der Ramus externus n. lar. sup. giebt direkt einen Herznerven (Henle, Henle-Merkel, Ónodi).

Der Ramus externus n. lar. sup. steht in Verbindung mit dem oberen Halsknoten und mit dem oberen Herznerven (Krause, Sappey, Onodi).

Der Ramus externus N. lar. sup. steht in Zusammenhang mit dem oberen Halsknoten (Schwalbe, Gegenbaur, Hartmann, Henle, Luschka).

Der Ramus externus n. lar. sup. anatomisiert mit dem

oberen Herznerven (Quain-Hoffmann, Alpiger, Drobnik, Zuckerkandl).

Diese verschiedenen Beobachtungen zeigen, dass die Verbindung des oberen Kehlkopfnerven mit dem oberen Halsknoten und dem oberen Herznerven wie auch mit dem Herzgeflechte konstant existiert und dass sich nur die morphologischen Erscheinungen ändern.

An dieser Stelle erwähnen wir noch den von den französischen Anatomen mit Vorliebe behaltenen Plexus laryngeus. Nach Hirschfeld bilden den Plexus laryngeus Fäden vom Ramus externus n. lar. sup., vom oberen Halsknoten und vom Plexus pharyngeus. Nach Sappey setzt sich der Plexus laryngeus aus Fäden vom Ramus externus n. lar. sup. und vom oberen Halsknoten zusammen. Nach Testut und Debierre wird der Plexus laryngeus von sympathischen Zweigen und von Fäden des Ramus externus n. lar. sup. gebildet.

Hier müssen wir des Nervus depressor Erwähnung thun, den Cyon und Ludwig[1]) beim Kaninchen auffanden und dessen physiologischer Charakter durch physiologische Experimente festgestellt wurde. Dieser Nerv entspringt gewöhnlich beim Kaninchen mit zwei Wurzeln, die eine vom Stamme des oberen Kehlkopfnerven, die andere vom Vagus, manchmal beide vom Laryngeus superior stammend. Dieser Nerv geht meistens zum Herzgeflechte, senkt sich aber manchesmal entweder in den Vagus oder in den Sympathicus ein. Bernhardt[2]) fand dieses Verhältnis auch bei Katzen vor, Kreidmann[3]) bei Hunden und Schafen. Meine an Kaninchen, Katzen und Pferden vorgenommenen Untersuchungen führten mich bezüglich der anatomischen Bedeutung und des Verlaufes dieses Nerven zu demselben Resultat. Ich habe beim Menschen diesen Nervenstrang den zum Herzen gehenden Zweig des Ramus externus nervi lar. sup. analog gehalten, der dem äusseren Aste des Laryngeus sup. selbständig oder in Verbindung von dem obersten Ganglion des Halssympathicus entspringen kann. Zur selben Analogie kam auch Viti. Viti[4]) fand ausserdem bei 38 von 40 untersuchten Kaninchen, dass der Nervus depressor mit einer

[1]) Berichte über d. Verhandlungen d. kön. sächs. Ges. d. Wiss. 1865.
[2]) Anat. u. physiol. Unters. 1868.
[3]) Arch. f. Anat. u. Phys. 1878.
[4]) Centralblatt f. med. Wiss. 1884. Archiv. ital. de biolog. T. V.

Wurzel vom oberen Kehlkopfnerven entspringt. Den Ursprung mit doppelten Wurzeln fand er bei den untersuchten Tieren selten vor, der Nervus depressor entspringt daher grösstenteils dem Stamme des Laryngeus superior.

Die deutschen Anatomen erwähnen diesen Plexus laryngeus nicht mehr. Nach unseren Erfahrungen können wir sagen, dass es richtiger ist, diese Bezeichnung Plexus laryngeus fallen zu lassen, denn er kann als normale konstante morphologische Erscheinung nicht betrachtet werden und bildet daher nur Stoff zur Verwirrung. Thatsache ist es, dass sympathische Zweige der Art. thyreoidea sup. entlang ein Geflecht bilden können, welches zuweilen einen Faden vom Ramus externus n. lar. sup. aufnehmen kann.

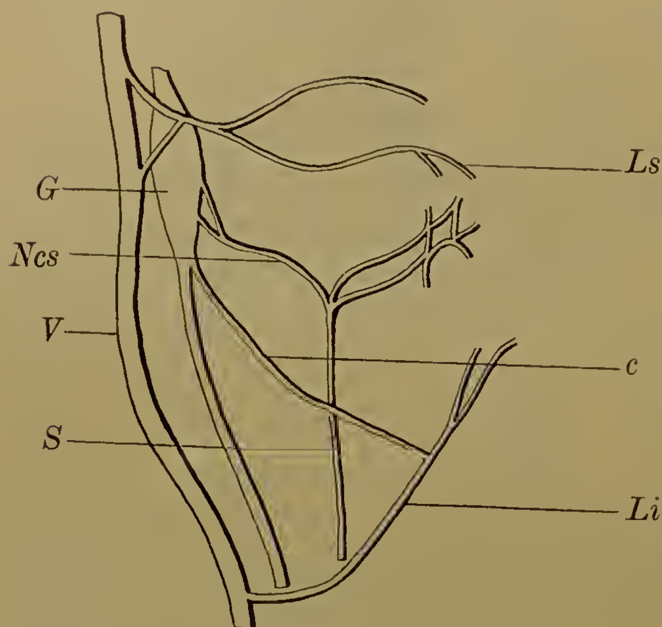


Fig. 38.
Ls oberer Kehlkopfnerv, *G* oberstes Ganglion des Halssympathicus, *Ncs* Nervus cardiacus superior, *V* Vagus, *S* Sympathicus, *Li* unterer Kehlkopfnerv, *c* sympathische Verbindung.

Und nun wollen wir jene Verbindungen erwähnen, welche zwischen dem Laryngeus sup., Sympathicus und Laryngeus inf. beschrieben worden sind. Soemmering[1]) sagt: „Der Cardiacus superior zieht Fäden aus dem oberen und dem unteren Kehlkopfnerven." Nach Lauth[2]) verbindet sich der Ramus ext. n. lar. sup. mit d. oberen Herznerven, welcher dann zum Laryng. inferior zieht. Alpiger schreibt: „Richtig ist, dass vom Sympathicus bisweilen Nerven vom Volumen eines Cardiacus superioris zum Recurrens gehen." Alpiger illustriert diese Verbindung (Fig. 38). Drobnik betrachtet die Verbindung des Recurrens mit dem Halssympathicus als eine konstante. „Der Faseraustausch zwischen dem Halsteil des sympathischen Nervensystems und dem N. recurrens vagi ist konstant und vollzieht sich durch

[1]) Soemmering, Vom Baue des menschl. Körpers. 1791.
[2]) Lauth, Neues Handbuch der pr. Anat. 1836.

die Vermittelung von Nervenästen, die hauptsächlich vom Ram. card. sup. zum N. recurrens vagi selbst, oder zu seinen Zweigen ziehen.“ Die Verbindungszweige kommen vom oberen Halsknoten, hängen mit dem Ramus communicans des Ramus ext. n. lar. sup. zusammen und verbinden sich vor der Verästelung der Art. thyreoidea inf. mit dem unteren Kehlkopfnerven. Die Figur zeigt zwei Fäden, welche vom oberen Halsknoten kommend, direkt zum Stamme des unteren Kehlkopfnerven unterhalb der Schilddrüse gehen. Manchmal ist die Anatomose zwischen den Sympathicuszweigen und dem Recurrens in Form eines Geflechtes vorhanden.

Das enge Verhältnis des Recurrens zum Sympathicus demonstriert die hochinteressante Anomalie, die Prof. Lenhossék[1]) beim Menschen beobachtet hat. Wegen seiner Wichtigkeit geben wir die Beschreibung mit der Abbildung (Fig. 39). „Der Recurrens entspringt nicht vom Vagus wie gewöhnlich, sondern von einem Ganglion, welches wir Ganglion laryngeum nennen. Dieses Ganglion ist länglich, halbmondförmig, 1,5 cm lang, 0,6 cm dick. Eine schwache Einschnürung teilt es in einen vorderen und hinteren Teil. Der normal starke (2,5 cm) Recurrens scheint aus diesen beiden Teilen mit zwei Wurzeln zu entspringen. Mit dem Ganglion sind mehrere Nervenfäden verbunden; ein Teil geht zum Ganglion, der andere Teil verlässt es. Zur ersten Gruppe gehören: vom Vagus nimmt es eine Wurzel auf (*a*), diese entspringt wie unter normalen Verhältnissen der Recurrens, ist 0,5 cm stark und geht zum vorderen Ende des Ganglion. Die anderen Wurzeln erhält das Ganglion vom Sympathicus. Zum vorderen Teil kommt ein Nervenfaden (*b*), welcher von der

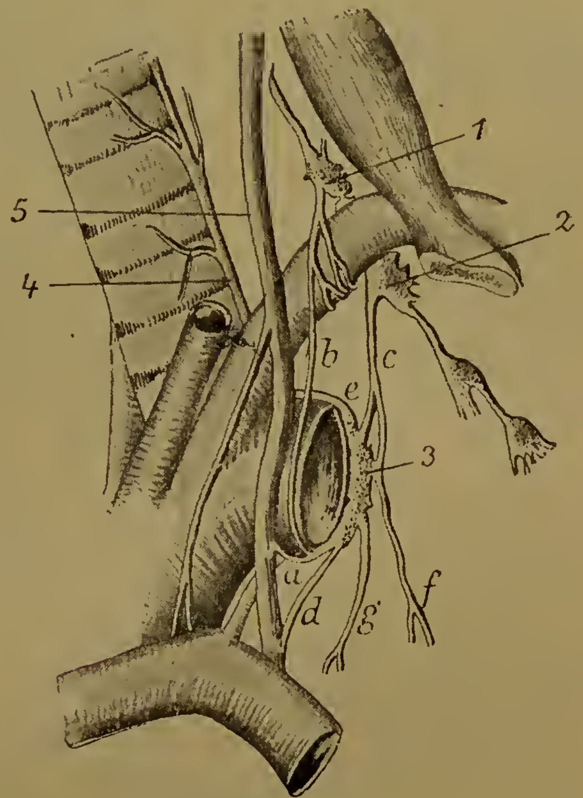


Fig. 39.

---

[1]) Lenhossék, Termêtszettudomànyi Közlöny. 1889.

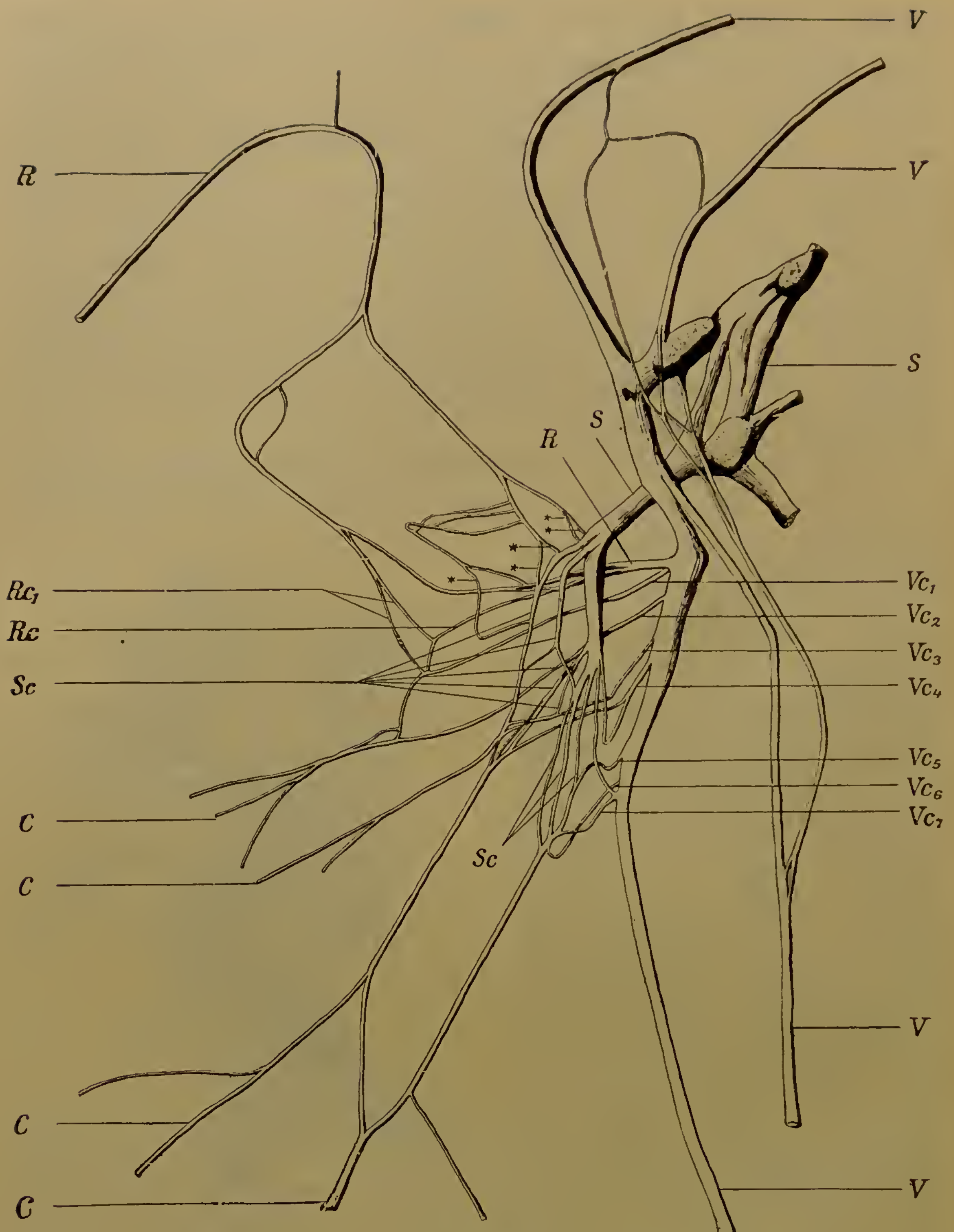


Fig. 40.

Pferd: Die Verbindungen des unteren Kehlkopfnerven mit dem Sympathicus und mit den Herznerven, die gesamten Wurzeln der Herznerven sind zu sehen. *V* vagus, *R* unterer Kehlkopfnerv, *C* Herznerven, *S* Ansa Vieusseni, aus welchem ein Ast die sympathischen Wurzeln der Herznerven giebt, ferner mehrere Verbindungszweige * zum unteren Kehlkopfnerven, Vc_1-_7 die aus dem Vagus stammenden Wurzeln der Herznerven, unter denen die erste Vc_1 am Orte des Recurrensursprunges entsteht, *Rc* Verbindung des Herznerven mit dem centralen Teil des Recurrens, Rc_1 Verbindung des Herznerven mit dem peripheren Teil des Recurrens.

Ansa Vieusseni und vom unteren Halsknoten entspringt. Stärkere Äste nimmt das Ganglion am hinteren Ende auf: ein starker Zweig (*c*), welcher vom ersten Brustknoten entspringt und mit zwei Ästchen zum Ganglion geht. Die peripheren Äste des Ganglions sind folgende: Ein Zweig zum Vagus (*d*), ein Zweig zur Aorta (*e*), ein anderer Zweig (*f*) zur Trachea, wo er in mehrere Ästchen zerfällt und zuletzt ein Zweig (*g*), welcher zum Herzgeflecht zieht." „Was den Ursprung des unteren Kehlkopfnerven betrifft, beweist unser Fall, dass seine Fasern grösstenteils von jenem Teile des Sympathicus stammen, welcher sich vom unteren Halsknoten bis zum ersten Brustknoten erstreckt." Dieser Fall ist die einzige Beobachtung beim Menschen, welche das innige Verhältnis des Recurrens zum Sympathicus in so auffallender Weise beleuchtet.

In dem vorangehenden Kapitel haben wir ausführlich die Verbindungen des isolierten respiratorischen Nervenbündels mit dem Sympathicus und mit den Rami cardiaci erörtert.

In anatomischen Lehrbüchern wird allgemein erwähnt, dass der Recurrens an seiner Ursprungsstelle die Rami cardiaci, in seinem weiteren Verlaufe die Rami tracheales und oesophagei entsendet. Die Verbindung des Recurrensstammes mit dem unteren Halsknoten erwähnen: Henle, Schwalbe, Rauber, Henle-Merkel, van Gehuchten. Nach Krause soll ausserdem noch ein Verbindungszweig zum unteren Halsknoten gehen.

Den Zusammenhang des Recurrens mit den aus den mittleren und unteren Halsknoten kommenden Herznerven beschreibt Hyrtl, Hartmann, Sappey. Nach Quain-Hoffmann hängt der Recurrens mit dem oberen Herznerven zusammen. Sonst werden bei der Beschreibung des unteren Kehlkopfnerven einfach erwähnt die Rami cardiaci, welche an der Bildung des Plexus cardiacus teilnehmen und nahe seines Ursprunges entstehen.

Bei unseren Untersuchungen haben wir besonderes Gewicht auf den Ursprung der Herznerven gelegt. Wir geben eine Abbildung (Fig. 40) unseres Präparates wieder, welche sich auf das Pferd bezieht und klar demonstriert, teils das Verhältnis des Recurrens zum Sympathicus und zu den Rami cardiaci, teils die gesamten Wurzeln der Nervi cardiaci. Man sieht gut jene Wurzeln der Herznerven, welche vom Vagusstamme kommen, unter denen die erste, d. h. die oberste, von der Ursprungsstelle des Recurrens aus dem Vagusstamme; man überblickt auch jene

Wurzeln der Herznerven, welche dem vom unteren Halsknoten und der Ansa Vieusseni kommenden sympathischen Nervenstrang entspringen. Ausserdem ist zu sehen, dass der Recurrens durch mehrere Fäden mit dem Sympathicus zusammenhängt und dass sowohl aus dem centralen wie auch aus dem peripheren Teile des Recurrens Verbindungszweige zu den Herznerven gehen. Diese Untersuchung zeigt uns, dass die Wurzeln der Herznerven sich aus dem Vagus, dem Sympathicus, dem centralen und dem peripheren Teile des Recurrens zusammensetzen. Wenn wir diese Thatsachen mit den anatomischen Verhältnissen der isolierten phonatorischen und respiratorischen Nervenbündel des Recurrens in Zusammenhang bringen, so können wir sagen, dass die mitgeteilten Verbindungen des Recurrens mit dem Sympathicus und mit den Nervi cardiaci, zum grössten Teil mit dem im Stamme des Recurrens isoliert verlaufenden respiratorischen Nervenbündel zusammenhängen.

II. Physiologischer Teil.

I. Die centrale Innervation.

Die Beziehungen des Kehlkopfes zur Grosshirnrinde machte Krause[1]) zum Gegenstande gründlicher Experimente und ihm verdanken wir die einschlägigen ersten genauen Kenntnisse. Vor ihm hatte schon Ferier[2]) bei Reizung der vorderen Vereinigungsstelle der dritten und vierten Windung beim Hunde Öffnung des Mundes und Bewegung der Zunge, gelegentlich auch Lautkundgebung, oder schwache Versuche zum Bellen oder Knurren beobachtet. Duret[3]) hatte gefunden, dass Hunde, denen er die dritte Stirnwindung abtrug, die Fähigkeit zu bellen verloren. Krause stellte fest, dass sich das Rindencentrum für die Innervation des Kehlkopfes in der Gyrus praefrontalis benannten Hirnwindung befindet. Auf Reizung dieses Rindenteiles erhielt er nicht nur Kontraktion der Kehlkopfmuskeln, Verschluss der Stimmritze, sondern auch Kontraktion der Muskeln des Schlundes und des weichen Gaumens. Die mit der Reizung dieses Centrums erzielten Resultate entsprachen den mit der Exstirpation dieses Centrums erreichten Versuchsresultaten.

Noch eingehendere Versuche stellten Semon und Horsley[4]) nach dieser Richtung an. Genannte Autoren nehmen die Existenz eines reflektorischen Stimmritzenerweiterungstonus an, welcher die Stimmritze dauernd offen erhält, währenddem der Brustkorb seine rhythmischen Bewegungen ausführt. Bei Katzen bewirkt die Reizung des oberen Teiles der vierten Gehirnkammer eine dauernde Erweiterung der Stimmritze, während welcher Zeit sich der Brustkorb rhythmisch erweitert und verengt. Die Erweiterung der Stimmritze, beziehungsweise Ausweichen der

---

[1]) Über die Beziehungen der Grosshirnrinde zum Kehlkopf und Rachen. Archiv für Anatomie und Physiologie. 1884.

[2]) Fonctions etc. 1876.

[3]) Compt. rend. des seanc. de la Soc. de Biol. 1877.

[4]) Über die Beziehungen des Kehlkopfes zum motorischen Nervensystem. Deutsche med. Wochenschrift. 1890.

6*

Stimmbänder beiderseits erfolgt, wenn auch nur eine Seite des verlängerten Marks gereizt wird. Auf Reizung des unteren Teiles der vierten Gehirnkammer (Ala cinerea, Calamus scriptorius) nähern sich die Stimmbänder beiderseits, es tritt Verschluss der Stimmritze ein; auf einseitige Reizung tritt doppelseitige Wirkung ein. Was die Gehirnrinde anlangt, wurde bei der Katze das Centrum für die Erweiterung der Stimmritze am Rande der Riechfurche gefunden.

Das Centrum für die Annäherung — den Verschluss der Stimmritze — fanden sie in dem von Krause bezeichneten Rindenanteile. Einseitige Reizung geht mit beiderseitiger Wirkung einher. Einseitige Exstirpation führt zu einem negativen Resultate. Nach Exstirpation der ganzen Hemisphäre weichen die Stimmbänder bei der Atmung sehr gut auseinander, während auf Reizung des Rindencentrums der intakten Hemisphäre die Stimmbänder sich energisch einander nähern.

Die Fasern der Rindencentren können als im Gebiete der Corona radiata und Capsula interna verlaufend angenommen werden; einseitige Reizung reagiert mit doppelseitiger Wirkung.

Mott[1]) bestätigt auch das Krausesche Rindencentrum und die bilaterale Wirkung der einseitigen Reizung.

Masini[2]), der sich mit dieser Frage ebenfalls experimentell befasste, bezeichnete den ganzen Gyrus praefrontalis als die Region, von welcher sich Kehlkopfbewegungen auslösen liessen, dabei aber stiess er auf eine widersprechende Beobachtung.

Er fand nämlich, dass, wenn er mit einem schwachen Strome das eine Rindencentrum reizte, Annäherung des Stimmbandes der entgegengesetzten Seite eintrat.

Semon[3]) erklärt in einer neueren Arbeit, sowie auch in der bereits erwähnten, dass er sich im Verlaufe seiner wiederholten Untersuchungen von dieser Beobachtung nicht überzeugen konnte.

Masini[4]) gelangt auf Grund seiner neueren Untersuchungen zu folgenden Resultaten: Beim Hunde giebt es zwei Centren in der Hirnrinde, deren jedes einzelne die Bewegungen der Stimmbänder zu beeinflussen vermag. Diese Centren hängen mit mo-

---

[1]) Brit. med. Journ. 1890.

[2]) Archivi Italiani di Laryngologia. 1888.

[3]) Die Entwickelung der Lehre von den motorischen Kehlkopflähmungen etc.

[4]) Bolletino delle malattie dell'orecchio etc. 1893.

torischen Centren zusammen, welche mit der Funktion der Glottis in Verbindung stehen.

Die Läsion eines der erwähnten Centren zieht nicht vollständige, sondern bloss partielle Lähmung nach sich, zufolge des Bestehens direkter und gekreuzter Bündel.

Die Läsion des Centrums beiderseits zieht auch partielle Lähmung nach sich, welche aber in eine ausgesprochen dauernde, vollkommene Lähmung nicht übergeht.

Goltz[1]) hat bei drei Hunden beide Hemisphären vollständig entfernt und die Tiere am Leben erhalten. An den beobachteten Tieren zeigte die Lautbildung keinerlei Veränderung, der verschiedene Ausdruck der Stimme und deren Modulation konnte konstatiert werden. Die Obduktion ergab den Mangel der Hemisphären, die grossen Hirnganglien (Thalamus opticus, Corpus striatum) zeigten grösstenteils graue Erweichung, die Corpora quadrigemina zeigten nur zum geringen Teile graue Erweichung.

Francois Frank[2]) leugnet, dass das von Krause bezeichnete Rindengebiet einen Einfluss auf den Kehlkopf hätte.

Die Existenz des von Krause genau bezeichneten Rindencentrums konstatierte ich, ebenso wie Semon etc. Die Angabe Masinis, dass die Reizung d. einen Rindencentrums mit schwachem Strome Näherung des Stimmbandes der entgegengesetzten Seite bewirke, also gekreuzte Wirkung hervorrufe, konnte ich ebensowenig wie Semon konstatieren.



Fig. 41.
Grosshirn eines Hundes: *L*. Die im Leben verursachten Läsionen im Gebiete der phonatorischen Centren.

Die Exstirpation des einen Rindencentrums rief keine Veränderung, weder in der Stimmbildung noch in den Bewegungen der Stimmbänder hervor. Dieses Resultat stimmt mit dem ähnlichen Experimente Semons überein. Werden beide Centren

[1]) Pflügers Archiv.
[2]) Leç. sur le fonction mot. du cerveau. Paris. 1887.

exstirpiert, so ist das Resultat gleichfalls negativ. Die Stimmbildung besteht ungestört aufrecht, die Stimmbänder bewegen sich auch weiterhin gut.

Figur 41 zeigt eine bedeutende Verletzung, welche sich aufs Rindencentrum beiderseits und dessen Nachbarschaft erstreckt. Das Tier wurde zwei Tage am Leben erhalten, es konnte sich der Extremitäten absolut nicht bedienen, dieselben waren vollständig gelähmt. Die Stimmbildung blieb dieselbe wie vor und während des Experimentes. Das Tier gab reine, hohe Töne von sich, die Stimmbänder zeigten in ihren Bewegungen keine Veränderung.

Wir wollen erwähnen, dass Broeckaert und Klemperer das beschriebene Rindencentrum bestätigten und die Angabe Masinis nicht konstatiert werden konnte. Broeckaert[1]) zeigte, dass die Exstirpationen keine bleibende Veränderung nach sich ziehen, die Muskeln und Nerven der Stimmbänder bleiben intakt und die Stimmbildung kehrt nach einigen Wochen zurück. Aronsohn[2]) erzielte dasselbe Resultat; nämlich es trat nach beiderseitiger Exstirpation die vollkommene Stimmbildung schon am 13. Tage wieder ein. Klemperer[3]) führte eine einseitige und eine beiderseitige Exstirpation aus, ohne die geringste Veränderung beobachten zu können. Ausserdem hat er bei vier Hunden experimentell in den Centren Abscess- und Tuberkelbildung hervorgerufen, ohne nachweisbare Veränderung in der Stimmbildung zu erzielen.

Krause behauptet in seiner ersten Publikation, dass die Exstirpation der Rindencentren den partiellen oder vollständigen Verlust der Stimme resultiert. Bei seinen neueren Experimenten fand er bei Hunden, dass nach erfolgter Exstirpation der Rindencentren die Stimmlosigkeit fünf Monate bestand.

Ivanow[4]) zerstörte in einem Falle das Centrum an beiden Hemisphären und dieser Hund wurde 36 Tage nach der Operation am Leben gelassen; er erholte sich bald, aber bellte seitdem nicht mehr, nur bei schmerzhaften Reizen winselte er kläglich.

Katzenstein[5]) exstirpierte bei Hunden auf der einen und

[1]) l. c.
[2]) Deutsche med. Wochenschrift. 1888.
[3]) l. c.
[4]) Neurolog. Centralblatt. 1899.
[5]) Archiv f. Laryngologie. 1900.

auf beiden Seiten die Rindencentren. Er fand, dass die Exstirpation auf die Stimmbildung gar keinen Einfluss ausübte. Für kurze Zeit wird der Phonationsakt ausgeschaltet, weil das Tier an den nicht geringen Folgen einer beiderseitigen Exstirpation erkrankt ist. Wie sich das Tier erholt und wohl fühlt, ist die Stimmbildung unbeeinflusst wie vor der Operation. Er bestätigt die Beobachtungen Ónodis und Klemperers. Die verschiedenen Angaben erklärt er aus diesem Krankheitsgefühl des Tieres, welches kürzere oder längere Zeit anhalten kann.

Wir versuchten, das Gebiet, in welchem die Fasern von den Rindencentren zu den grossen Ganglien verlaufen, also die Corona radiata beiderseits zu durchschneiden. Nach der Verletzung trat beim Tiere sowohl in der Stimmbildung wie in den Bewegungen der Stimmbänder keine Veränderung ein. Bei der Obduktion zeigte es sich, dass die Corona radiata beiderseits von den grossen Ganglien abgetrennt, ja sogar auch das Caput des Corpus striatum durchschnitten war.

Nach diesen Versuchsergebnissen musste nach den Centren für die Stimmbildung gefahndet werden, ob dieselben sich in der Medulla oblongata oder in den grossen Hirnganglien befinden. Zu diesem Zwecke durchschnitt ich den Boden des vierten Gehirnventrikels oberhalb der Vaguskerne in querer Richtung und nach der Durchschneidung verlor das Tier sofort die Stimme. Die laryngoskopische Untersuchung ergab ein Klaffen der Stimmritze auf 3—4 mm. Die Stimmbänder nähern sich nicht haarbreit der Mittellinie, bei tieferer Inspiration weichen sie ein wenig nach aussen ab.

Ich versuchte an einem Hunde beiderseits durch eine Trepanationsöffnung das Gebiet des Thalamus opticus zu zerstören.

Während und nach der Operation schrie das Tier vor Schmerz auf, die Annäherung und Bewegungen der Stimmbänder erlitten entsprechend der Stimmbildung keine Veränderung.

Die Obduktion ergab eine hochgradige Zerstörung den Ganglien entsprechend, intakt blieben nur der basale Teil derselben, sowie auch die Corpora quadrigemina.

Ich experimentierte wiederholt in der Richtung, ob die Verletzung des Kleinhirns nicht störend einwirkt. Bei all diesen Versuchen blieben die Corpora quadrigemina unverletzt, bloss der Seitenteil des vierten Ventrikels wurde verletzt — die Stimmbildung litt dadurch in keiner Weise.

Nach diesen Versuchen trachtete ich, die Corpora quadrigemina vom ganzen Hirnstamme des lebenden Tieres loszutrennen und dadurch gleichzeitig das Gebiet der Thalami optici von den Corpora quadrigemina zu scheiden.

Zu diesem Zwecke drang ich durch eine Trepanationsöffnung, welche entsprechend dem hinteren Teile der Hemisphäre gelegen war, mit einem geeigneten Messer ein, und führte den Schnitt bis an die Basis der Schädelgrube.

Die Stimmbildung blieb unverändert, das Tier stöhnte schmerzlich und gab laute Töne von sich, die Stimmbänder näherten und entfernten sich, in den Bewegungen der Stimmbänder trat keine Änderung ein. Der Obduktionsbefund ist aus der Abbildung ersichtlich, das Corpus quadrigeminum ist durch die Hemisphäre hindurch dort vom Grosshirn losgetrennt worden, wo es mit dem Gebiete des Thalamus opticus zusammenhängt. Es gelang daher vollkommen, das Corpus quadrigeminum vom ganzen Grosshirn und so auch vom Thalamus opticus zu isolieren, am lebenden Tiere das verlängerte Mark, das Kleinhirn und die Corpora quadrigemina zu erhalten (Fig. 42).

Ein weiteres Experiment in ähnlicher Weise ausgeführt ergab dasselbe Resultat, intra vitam sowohl als auch bei der Obduktion. Bei einem dritten Experimente mit demselben Modus procedendi gelang es, die vorderen Hügel von den hinteren loszutrennen, so dass am lebenden Tiere bloss das verlängerte Mark, das Kleinhirn und die hinteren Hügel des Corpus quadrigeminum im Zusammenhange blieben. Auch nach diesem Experimente blieb die Stimmbildung erhalten, das Tier stiess hohe, reine Töne aus, die Stimmbänder näherten sich. Das Tier wurde zehn Stunden am Leben erhalten.

Hierauf führte ich eine Reihe von Experimenten nach der bereits erwähnten Richtung hin aus. Es wurden nämlich in der oberen Hälfte des vierten Ventrikels Querdurchschneidungen vorgenommen. Diese Schnitte geschahen teils durch das Foramen jugulare, teils durch eine Trepanationsöffnung am Schädel.

Die Schnitte fielen alle unter die Corpora quadrigemina, einzelne drangen vollkommen quer durch, andere wieder reichten schief nach vorne dringend bis an den oberen Rand der Brücke. Die Figur 43 stellt ein Präparat dar, an welchem die Brücke durch das Kleinhirn hindurch unterhalb der Corpora quadrigemina von den Hirnschenkeln losgetrennt ist.

Bei all diesen Experimenten hörte die Stimmbildung auf, die Stimmbänder können sich nicht mehr nähern, bloss bei den Inspirationen sind sie noch imstande, auseinanderzuweichen.



Figur 42.
Gehirn eines Hundes: Die Durchtrennung des Corpora quadrigemina vom Gehirnstamm in vivo, *C* Kleinhirn, *Qu.* Corpora quadrigemina, *VIII* dritte Gehirnkammer, *L* Ebene des durch das Gehirn geführten Schnittes.

Ganz dieselben Verhältnisse und dasselbe laryngoskopische Bild boten sich dar, wie dies bei einem bereits beschriebenen ähnlichen Experimente erwähnt worden war.

Die Entfernung zwischen der die vorderen Hügel von den hinteren trennenden Querfurche und den Querschnitten in der oberen Hälfte des vierten Ventrikels, welche an den Versuchspräparaten gemessen wurde, schwankt zwischen 8 und 12 mm.

In diesem Gebiete befindet sich noch ein Centrum, das die Stimmbildung ermöglicht, wenn oberhalb desselben alles durchschnitten ist. Mit der Läsion, beziehungsweise Ausschaltung dieses Gebietes hört die Stimmbildung auf, bloss die inspiratorische Erweiterung der Stimmritze kann noch eintreten.



Figur 43.
Hund: Vollständige Durchtrennung der Medulla oblongata oberhalb des Vagusgebietes.

Klemperer[1]) hat auf Grund eines Experimentes einen Einwand gegen meine Resultate erhoben. In meinen diesbezüglichen Bemerkungen[2]) habe ich gezeigt, dass dieser Einwand nicht beweisfähig sei, da Klemperer selbst angiebt, dass er das von mir angegebene Gebiet nur zum Teil ausgeschaltet hat. Ebenso sind die Experimente Grabowers[3]) auch nicht einwandfrei. Er hat quere Einschnitte am Boden des vierten Ventrikels ausgeführt und legt das Phonationsgebiet vom hinteren Vierhügel distalwärts 14—16 mm. Der Einschnitt dieses Gebietes erzielt den Verlust der Stimme und nur die respiratorischen Auswärtsbewegungen der Stimmbänder bleiben erhalten. Dieses Gebiet entspricht der Grenze zwischen dem vorderen und mittleren Drittel der Ala cinerea. Bis ich selbst in der Lage sein werde, diese Beobachtungen zu kontrollieren, muss ich die Einwendung machen, dass Grabower nur Einschnitte machte, während sich meine sämtlichen Beobachtungen auf die totale Durchtrennung der Medulla oblongata beziehen. Da uns der centrale Verlauf und die Lage der phonatorischen Faserbündel noch vollkommen unbekannt sind, ferner das Verhältnis zwischen den Phonationscentren in der Rinde und den subcerebralen Centren, so können Experimente die höher gelegenen Centren nicht ausschliessen, als einwandfreie Resultate nicht betrachtet werden und zu Schlussfolgerungen nicht berechtigt sein. Dies giebt die Erklärung zu dem aufgetauchten Widerspruch. Zu unseren Experimenten war die Medulla vollkommen durchschnitten und so war der Einfluss der höher gelegenen Centren eliminiert, der Verlust der Phonation und der Adduktionsbewegungen der Stimmbänder ist bei solchen Experimenten eingetreten, wo die totale Durchschneidung der Medulla in einer Höhe ausgeführt wurde, wo nicht die geringste Spur, weder makroskopisch, noch mikroskopisch, von Ala cinerea oder Vagusgebiet vorhanden ist.

Bechterew[4]) bestätigt auf Grund seiner Untersuchungen unsere Resultate. Er erzielte bei Hunden nach Zerstörung der hinteren Corpora quadrigemina und nach Durchtrennung der benachbarten Medulla oblongata den Verlust der Stimme. Neuer-

---

[1]) l. c.

[2]) Archiv f. Laryngologie. 1895.

[3]) Archiv f. Laryngologie. 1897.

[4]) Neurol. Centralblatt. 1895.

dings[1]) äussert sich wieder Bechterew in dieser Frage wie folgt: „Meine eigenen Versuche führten zu Ergebnissen, welche mit denen von Ónodi im ganzen übereinstimmen und ich schöpfe aus solcher Übereinstimmung der Ergebnisse zweier in vollster Unabhängigkeit voneinander ausgeführter Untersucher einen Hinweis darauf, dass die Resultate derselben zuverlässig sein müssen."

Ivanow[2]) arbeitete im Laboratorium Bechterews und wir erwähnten schon seine Resultate: die bilaterale Wirkung der Rindencentren und die Exstirpationen derselben. Er fand, dass die elektrische Reizung des lateral hinteren Teiles des Thalamus opticus und des hinteren Corpus quadrigeminum dieselben Erscheinungen hervorruft, als die Reizung der Rindencentren. In einem Falle, in welchem das kortikale Centrum rechterseits exstirpiert und der Hund 40 Tage lang nach der Operation am Leben gelassen wurde, fand er Anzeichen sekundärer Degeneration, die sich durch die innere Kapsel, durch den lateralen Thalamuskern, Substantia nigra, ferner in der medialen Schleife und Pyramidenbahn bis zum verlängerten Mark, im Gebiet der Vaguskerne verfolgen liess.

Meine auf das subcerebrale Phonationscentrum beziehenden experimentellen Resultate habe ich mit an menschlichen perforierten Neugeborenen und menschlichen Missgeburten angestellten Untersuchungen ergänzt. Die diesbezüglichen präcisen Beobachtungen und Untersuchungen sind leider so selten, dass man kaum ein, zwei Beobachtungen verwerten kann. Die Publikationen erwähnen nur im allgemeinen, dass die Missgeburten während ihrer Lebensdauer Laute von sich gegeben haben, aber die vorhandenen Gehirnteile wurden weder anatomisch noch histologisch untersucht. Es sind die histologischen Untersuchungen des Rückenmarkes und des verlängerten Markes veröffentlicht worden, aber von den Lebenserscheinungen der Missgeburten ist nichts erwähnt. Dabei muss in Betracht gezogen werden, dass die Mehrzahl der Untersuchungen an dem in den Sammlungen aufbewahrten Material vorgenommen wurde. Was die perforierten Neugeborenen betrifft, so sind wir in derselben Lage. Ein Teil der operierten Neugeborenen ist tot, der andere Teil wird wegen Schonung der Mutter und der Umgebung, un-

---

[1]) Deutsche Zeitschrift f. Nervenheilkunde. 1900.

[2]) Neurol. Centralblatt. 1899.

mittelbar nach der Operation ins Wasser getaucht. Es bleiben somit jene perforierten Neugeborenen zurück, welche während ihrer kurzen Lebensdauer auch phonierten. Diese Fälle sind einfach erwähnt, aber keine einzige Untersuchung ist mitgeteilt, welche sich auf die zerstörten und intakt gebliebenen Gehirnteile der phonierenden perforierten Neugeborenen beziehen würde. In neuerer Zeit macht die konservative Richtung der Geburtshilfe die Perforation der Neugeborenen noch seltener.

Ich werde die einzelnen diesbezüglichen Mitteilungen erwähnen, ferner unsere Untersuchungen, mit deren experimentellen Resultaten in Einklang bringen. Unsere Beobachtungen beziehen sich auf fünf Fälle. Ein Anencephalon, welches tot zur Welt kam, konnte meinerseits nicht ausgenützt werden. Ein zweites Anencephalon lebte drei Tage und gab Laute von sich. Zwei perforierte Neugeborene phonierten während ihrer Lebensdauer. Eine Missgeburt, Hämato-meningoencephalocoele, lebte einen Tag und gab Laute von sich.

Was die perforierten phonierenden Neugeborenen betrifft, so habe ich in der Litteratur Favres Fall[1]) gefunden, wo aber eine präcise anatomische Untersuchung fehlt. Bei einem perforierten Neugeborenen, welcher schrie, räumte Favre mit seinem Zeigefinger die Gehirnmassen aus, angeblich blieb nur die Medulla, und das Kind schrie weiter; dann wurde das Kind durch Zerstörung der Medulla getötet. Bei diesem Vorgehen fiel eine präcise anatomische Untersuchung der Gehirnteile weg, und es konnten nach der Ausräumung mit dem Zeigefinger das blutige Gebiet, die Gehirnteile, nur durch die Kopfwunde beurteilt werden, und daher kann von einer Verwertung gar keine Rede sein.

Einen perforirten phonirenden Neugeborenen übergab mir gütigst Professor W. Tauffer. Der perforierte Neugeborene gab nach der Operation Laute von sich und atmete. Ich behandelte den ganzen Kopf mit dem Gehirne mit Formalin und untersuchte das so in seiner Lage gehärtete Gehirn. Die Untersuchung hat neben den Läsionen der Hemisphären gezeigt, dass das Gehirn der vorderen Quadrigemina von der Medulla durchtrennt ist. Die hinteren Quadrigemina und die Pons Varoli sind vollkommen intakt, der proximale Teil der vorderen Quadri-

[1]) Virchows Archiv. 1895. Bd. CXXXIX.

gemina und die Pedunculi cerebri sind zerstört. Die Zerstörung des rechten Pedunculus reicht bis zur durchsichtigen, kaum 1 mm dicken äusseren Fläche desselben. Aber $^1/_2$ cm oberhalb dieser äusserst dünnen Verbindung vertieft sich nach aussen in den Sehhügel eine 2 cm tiefe Läsion, so dass die Durchtrennung als fast vollkommen betrachtet werden muss. Die Figur 44 bezieht sich auf dieses Präparat, welches aber bei den mehrfachen Demonstrationen litt, die beschriebene äusserst feine Verbindung des rechten Pedunculus ist abgerissen und daher in der Figur nicht wiedergegeben. Den zweiten perforierten phonierenden Neugeborenen hatte Professor Th. Kézmarszky die Güte mir zu überlassen. Dieser Neugeborene atmete und phonierte ebenfalls nach der Operation. Das perforierende Instrument ging durch die rechte mittlere Schädelgrube und trennte mit einer teilweisen Zerstörung der rechten Temporal- und Occipitallappen und der rechten Kleinhirnhemisphäre das Gehirn von der Medulla vollkommen ab, an jener Stelle, wo die Pedunculi mit dem Gehirne zusammenhängen. Die Figur 45 illustriert dieses Präparat. Diesen beiden Figuren füge ich zwei Abbildungen hinzu, welche sich auf zwei entsprechende Experimente beziehen und

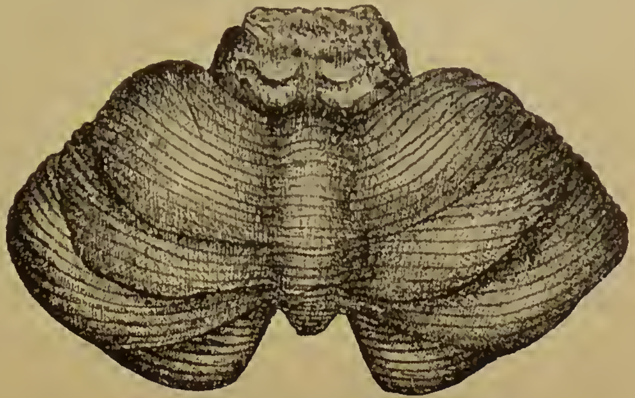


Fig. 44.
Mensch: Perforierter Neugeborener. Durchtrennung des Gehirnes in der Höhe der vorderen Corpora quadrigemina.

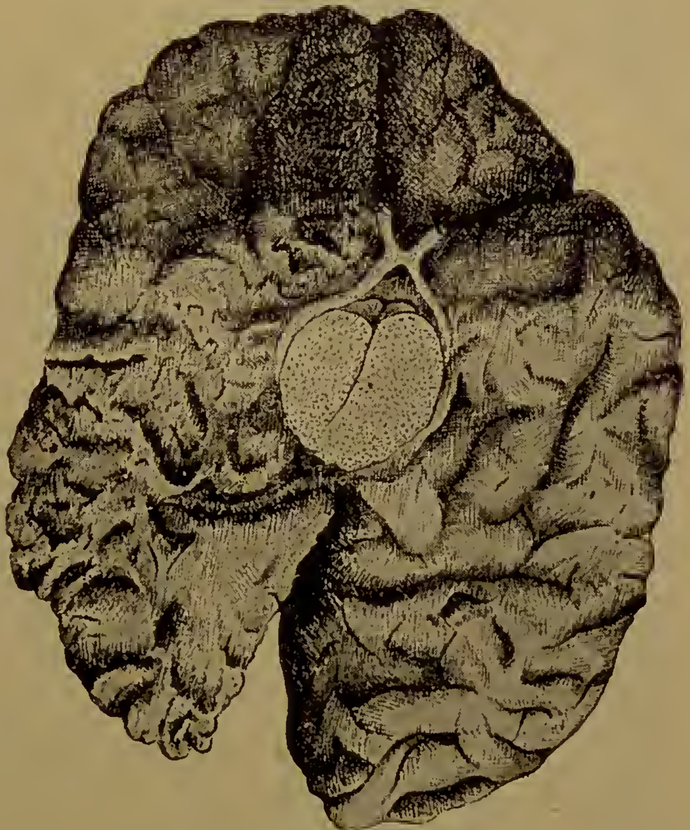


Fig. 45.
Mensch: Perforierter Neugeborener. Vollkommene Durchtrennung d. Gehirnstammes, mit der Läsion der rechten Temporal- und Occipitallappen.

die aufbewahrten Präparate illustrieren und in vollkommenem Einklang mit jenen bei den perforierten phonierenden Neugeborenen gefundenen Verhältnissen stehen. Die Figur 44 entspricht der Figur 46 und zeigt die Medulla eines Hundes, bei welchem das Gehirn in der Höhe der vorderen Quadrigemina vollständig durchtrennt wurde und die Phonation nicht gelitten hat. Die Figur 45 entspricht der Figur 47 und zeigt das Gehirn eines Hundes mit der vollständigen Durchtrennung des Gehirnstammes, bei welchem die Phonation ungestört blieb.



Fig. 46.
Hund: Vollkommene Durchtrennung des Gehirnes in der Höhe der vorderen Corpora quadrigemina.



Fig. 47.
Hund: Vollkommene Durchtrennung des Gehirnstammes.

Was die hemi- und anencephal phonierenden Missgeburten betrifft, so finden wir in der Literatur nur Arnolds[1]) Beobachtung. Schürhoff[2]) hat zwar in acht Fällen das centrale Nervensystem hemicephaler Missgeburten untersucht, aber er macht keine Mitteilungen, weder von den Lebenserscheinungen noch von der Phonation. Arnolds hemicephale Missgeburt lebte drei Tage. Der Stimmbildung wird nur mit wenigen Worten Erwähnung gethan. Das Kind schrie selten, sonst stöhnte es viel. Beim Auslösen der Reflexe durch Nadelstiche schrie das Kind nicht. Die Reizung der Hirnteile mit dem faradischen Strome bewirkte Kontraktion der Muskeln des Augenlides, des Nackens, des Gesichtes und der Muskeln der linken Extremitäten. Unter diesen, während der Reizungen angestellten Beobachtungen sind keine auf die Stimmbildung bezugnehmenden

---

[1]) Ziegler, Beiträge zur Pathologie. II.
[2]) Bibliotheca medica. 1894.

Daten enthalten. Die Untersuchung zeigte, dass Rudimente des Kleinhirns vorhanden und die Corpora quadrigemina von einer Lamelle gebildet werden, von den Hirnnerven fehlt der N. olfactorius; der N. opticus nimmt seinen Ursprung von der vor den erwähnten Lamellen der Corpora quadrigemina gelegenen Lamelle. Das Gehirn besteht aus cystischen Hohlräumen.

Ein Anencephalon, welches tot geboren war, wurde von uns nicht weiter untersucht. Ein zweites Anencephalon, welches fast drei Tage lebte, überliess mir gütigst Prof. Th. Kézmarszky zur Untersuchung. Eine zwanzigjährige Frau hatte diese Miss-



Fig. 48.
Mensch: Anencephalon. Das centrale Nervensystem vom Rückenmark bis zur Kopfhaut mit dem Wulste, von hinten gesehen.



Fig. 49.
Mensch: Anencephalon. Das centrale Nervensystem vom Rückenmark bis zur Kopfhaut mit dem Wulste, von vorn gesehen.

geburt geboren, in ihrer Familie sind schon mehrere Anencephalongeburten vorgekommen. Die Missgeburt lebte 61 Stunden und während dieser Zeit gab sie Laute von sich und weinte.

Die gut entwickelte Missgeburt zeigt am Kopfdache zwei dunkelbläulichrote Wülste, welche in die behaarte Kopfhaut übergehen, an ihrer Stelle ist ein Defekt des knöchernen Schädeldaches vorhanden. Diese Wülste stehen mit dem verlängerten Marke in Verbindung. Vom centralen Nervensystem ist das Rückenmark gut ausgebildet, das verlängerte Mark und die Varolsbrücke ist entwickelt, an Stelle des Kleinhirns ist eine transparente Lamelle vorhanden, sonst ist überall ein rötliches gallertiges Gebilde bis zu den erwähnten Wülsten zu sehen.

Die Figur 48 zeigt von hinten das centrale Nervensystem des Anencephalon, dem Sitze des Kleinhirns entsprechend ist nur eine flache bräunlich gallertartige Substanz zu sehen, welche sich nach oben stärker ausbreitet. Von vorne zeigt die Figur 49 das centrale Nervensystem, man erkennt in Fortsetzung des Rückenmarks das verlängerte Mark und die Brücke.

Das ganze Präparat, von dem mit der Haut verbundenen Wulst bis zum Rückenmark ist mikroskopisch von Herrn Dr. Verebélyi, Assistenten am pathologischen Institute, untersucht worden. Wir geben die wesentlichen Daten dieser Untersuchung, die genaue ausführliche pathologische Studie wird von ihm später veröffentlicht werden.

Am Übergange des Rückenmarkes in das verlängerte Mark ist der geschlossene Canalis centralis mit hohem Epithel zu finden, die graue Substanz ist gut entwickelt, ebenso die vorderen Hörner, aus welchen die Wurzeln des Accessorius und der obersten Halsnerven ausgehen. Aufwärts ist der Kern des Hypoglossus, ferner des Vagus mit stark entwickelten Ganglienzellen und Wurzelfasern zu sehen. Es sind zu verfolgen die Kerne des Hypoglossus, Vagus und Glossopharyngeus und ihre Wurzelfasern, ferner die Kerne des Acusticus, Facialis und ihre Wurzelfasern. Das Dach des vierten Ventrikels wird von hohem Cylinderepithel bedeckt, welches mit einem papillären gallertartigen Gewebe verwachsen und zum Teil in der Mittellinie gespalten ist. Der Lage des Kleinhirns entsprechend ist dieses letztgenannte Gewebe zu finden. Das Corpus restiforme ist zu rudimentären kleinen Teilchen des Kleinhirns zu verfolgen. Die Kerne des Abducens, des Trigeminus und des Oculomotorius sind zu finden.

Aufwärts sind in den erwähnten papillären gallertartigen Geweben solche Gebilde zu finden, welche ihrer Struktur und ihrer anatomischen Lage entsprechend die rudimentären Teile der Corpora quadrigemina, der Thalami optici und Tracti optici zeigen. Es sind zwei aus Gliagewebe bestehende blasenartige Gebilde vorhanden, der Lage des Grosshirns entsprechend, welche von den papillären Wucherungen der weichen Hülle vielfach komprimiert und deformiert erscheinen. Der beschriebene und makroskopisch in den Figuren 48 und 49 sichtbare Wulst ist eine embryologische Aberration des die weichen Hüllen bedeckenden Fettgewebes und enthält kein Gliagewebe.

Der von Arnold beschriebene Fall und der von uns beobachtete Fall stellt solche Missgeburten vor, bei welchen während ihrer Lebensdauer eine entschiedene Phonation vorhanden war und, wie die Untersuchung zeigte, der Boden des vierten Gehirnventrikels bis zu den Corpora quadrigemina ausgebildet war. Diese zwei phonierenden Missgeburten stehen in vollem Einklang mit den von uns beschriebenen zwei phonierenden perforierten Neugeborenen, ebenso einzeln wie insgesamt entsprechen sie auch vollkommen jenen Resultaten unserer experimentellen Untersuchungen, nach welchen die Phonation bei vollständigem Mangel des Gehirns möglich ist, wenn die Gehirnteile vom Vagusgebiete bis zu den Corpora quadrigemina vorhanden sind, d. h. das von uns festgestellte Gebiet des subcerebralen Phonationscentrums intakt ist.

Prof. Th. Kézmarszky hatte die Güte, mir eine Missgeburt zu überlassen, bei welcher eine Hämatomeningo - encephalocele vorhanden war. Die Missgeburt lebte einen Tag und gab Laute von sich. In dem mit Blut gefüllten Meningealsack war ein grosser Teil des Gehirns zu finden, das Kleinhirn fehlte und der vierte Gehirnventrikel war ganz offen zu sehen. Am occipitalen Teile des Schädels befindliche fluktuierende Geschwulst entleert bei der Eröffnung 530 ccm blutige Flüssigkeit. In dem eröffneten Sack ist ein Teil des Grosshirnlappens zu sehen, ferner der Boden des vierten Ventrikels, welcher infolge des vollständigen Fehlens des Kleinhirns im Sacke offen ist und mit demselben durch eine blutreiche meningeale Lamelle zusammenhängt. Am proximalen Ende des Bodens des vierten Ventrikels erscheinen zwei Höcker, zwischen welchen der Sulcus longitudinalis des vierten Ventrikels sich fortsetzt. Die Figur 50 zeigt diesen Abschnitt des Präparates. Man sieht den offen liegenden Boden des vierten Ventrikels mit den zwei proximalen Höckern, welche den Corpora quadrigemina zu entsprechen scheinen und den offen gebliebenen Aquaeductus Sylvii begrenzen. Die pathohistologische Untersuchung, welche Herr Dr. Verebélyi ausführt, wird die pathologischen Veränderungen in dem Aufbau des Gehirnes näher aufklären. Für uns hat dieser Fall einer Hematomeningo-encephalocele schon jetzt das Interesse, dass das Kleinhirn vollständig fehlte und bei dem beschriebenen Befund die Missgeburt phonierte.

Von zwei Mitteilungen habe ich Kenntnis, welche neben

den Beobachtungen der Lebenserscheinungen präcise histologische Untersuchungen enthalten; in einem Falle war es ein Anencephalon, im zweiten Fall ein perforierter Neugeborener, welche alle beide während ihrer Lebensdauer keine Laute gaben. Darvas[1]) hat den vorhandenen Gehirnteil eines Anencephalon zum Gegenstande gründlicher histologischer Untersuchung gemacht.

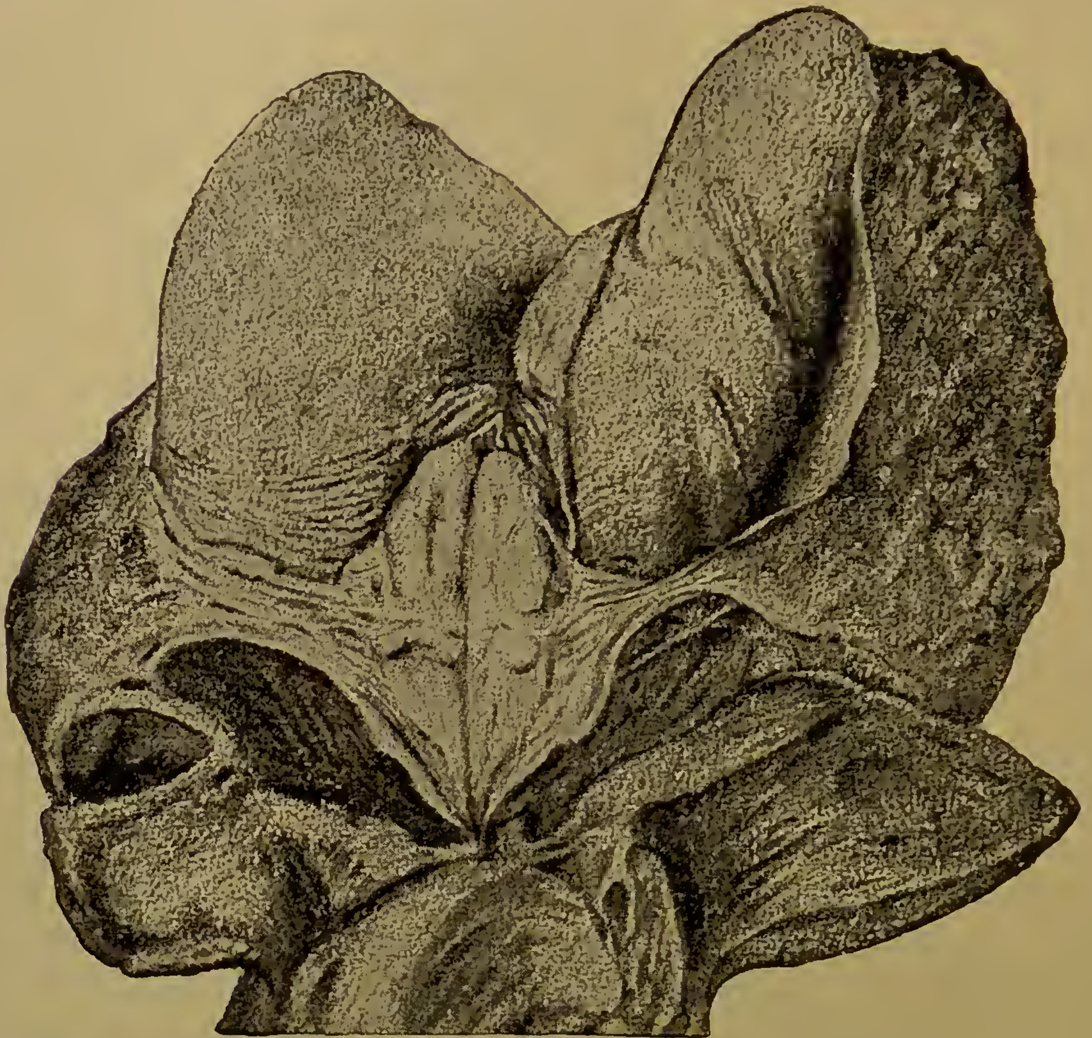


Fig. 50.
Mensch: Haemato-meningo-encephalocele. Die Fossa rhomboidea der vierten Kammer ist offen, oberhalb derselben die von dem geöffneten Sack bedeckten Hemisphären.

Das verlängerte Mark war bis zur gemeinschaftlichen Austrittsstelle des neunten und zehnten Hirnnervenpaares erhalten. Die Missgeburt lebte drei Tage, während dieser Zeit war jedoch nicht die geringste Spur einer Stimmbildung zu beobachten. Der zweite Fall bezieht sich auf einen perforierten Neugeborenen, an welchem Kehrer[2]) in bezug auf das Respirationscentrum ex-

[1]) Ónodi, Adatok a gége beidegzéséhez. 1894.
[2]) Kehrer, Zeitschr. f. Biologie. 1894. XXVIII. Bd.

perimentierte. Er perforierte das lebende Kind, nach Eröffnung des Schädeldaches mit einem Trepan zertrümmerte er das Gehirn und entleerte es teils durch Ausspülung, teils mit dem Kranioklast. Der perforierte Neugeborene gab keine Laute von sich und machte in der Minute sechs Atemzüge. Durch mechanische Reize der Handfläche und der Sohle konnten reflektorische Bewegungen der entsprechenden Extremitäten hervorgerufen werden, dagegen rief die Reizung der Haut keine Reflexe hervor. Ich habe auch brieflich die Bestätigung des Herrn Prof. Kehrer erhalten, dass keine Stimmbildung vorhanden war. Nach zehn Minuten wurde der Neugeborene zu einem physiologischen Experiment benutzt. Es fehlte „das ganze Gross- und Mittelhirn und der grösste Teil des Kleinhirns, von letzterem waren nur noch Fetzen mit den Kleinhirnschenkeln und die Varolsbrücke übrig. Dagegen war das ganze verlängerte Mark erhalten.“ Es wurde mit einer Schere in der Mitte des Calamus scriptorius ein Querschnitt durch die Oblongata geführt, ohne Effekt; fünf Minuten später hörte die Atmung durch einen tieferen Schnitt sofort auf. Seine eigenen Worte lauten: „Dass die Durchschneidung der Medulla oblongata 1 cm oberhalb der Spitze des Calamus scriptorius weder die regelmässige rhythmische Brustatmung, noch die Hand- und Fussreflexe unterbricht, ja nicht einmal beide Bewegungsarten verändert. Wohl aber zeigt das Ergebnis des zweiten gerade unter der Spitze des Calamus scriptorius gelegten Querschnitts, wonach die Atmung und die Extremitätenreflexe sofort aufhörten, dass in dem durch die beiden Schnitte isolierten unteren Endstück der Medulla oblongata entweder die klassischen Atmungscentren oder doch die Wurzeln der wesentlich bei der Atmung beteiligten sensiblen oder motorischen Atmungsnerven enthalten sind. Man muss daraus folgern, dass auch beim Menschen die hauptsächlichen Atmungscentren an denselben Stellen liegen, wie bei den zu den Versuchen benutzten Säugetieren.“

Ihlberg hat das verlängerte Mark histologisch untersucht. Der erwähnte obere Schnitt ging knapp unter jener Linie, wo die Pyramiden und die Oliven die Varolsbrücke berühren. Die ersten 30 Schnitte treffen nur mehr oder weniger die linke Hälfte. In derselben erblickt man den linken dorsalen Acusticuskern und die untersten Partien des linken Facialiskernes. Nach und nach erreichen die Schnitte auch die beiden gemeinschaft-

lichen sensorischen Kerne des Vagi und Glossopharyngei und die Oliven, welche Gebilde sich bis zum 172. Schnitt hinunter verfolgen lassen, wo zunächst die hinteren Teile des Querschnittes durch die zweite Operation fortfallen. Der 60. Schnitt zeigt rechts und links den obersten Teil des vorderen oder motorischen Vagus und Glossopharyngeuskernes. Dieselben sind nach unten klar bis zum 109. Schnitt zu verfolgen; — bemerkt man vom 46. bis zum 144. Schnitte die gemeinsamen aufsteigenden Vagus- und Glossopharyngeuswurzel, Girkes Respirationsbündel."

Diese äusserst wichtige Beobachtung Kehrers zeigt unzweifelhaft, dass der oberhalb des Vagusgebietes durchgeführte Schnitt des verlängerten Markes die Phonation unmöglich macht, und nur die Atmung bestehen kann. Das beim Hunde von uns angegebene Phonationsgebiet war schon zum grossen Teile zerstört und wurde durch den angegebenen Schnitt vollständig eliminiert, so dass während des Experimentes und während der ganzen Lebensdauer die Phonation und ihre Möglichkeit ausgeschlossen war.

Sowohl der Fall von Darvas wie der Fall von Kehrer stehen in vollem Einklange mit den Resultaten unserer experimentellen Untersuchungen und erklären den Ausfall der Phonation. Unsere Experimente haben gezeigt, dass die totale Durchschneidung des verlängerten Markes oberhalb des Vagusgebietes die Phonation ganz aufhebt, und nur die Atmung ermöglicht. Die Figur 43 stellt das Präparat eines Hundes dar, an welchem das verlängerte Mark oberhalb des Vagusgebietes total durchschnitten wurde, worauf die Phonation aufhörte, die Atmung fortbestand. Die Stimmbänder konnten sich nach innen nicht bewegen und nur einzelne den tieferen Inspirationen entsprechende excessive abduktorische Bewegungen waren zu beobachten. Unsere an Hunden ausgeführten Experimente, die in den erwähnten Arbeiten ausführlich beschrieben sind, haben zu folgenden Resultaten geführt:

1. Die Zerstörung der Phonationscentren in der Gehirnrinde haben keinen Einfluss auf die Phonation.

2. Die Zerstörung der grossen Gehirnganglien, Thalamus opticus, Corpus striatum, Nucleus lentiformis beeinflusst nicht die Phonation.

3. Die totale Abtrennung des Gehirnes in der Höhe der vorderen Corpora quadrigemina stört nicht die Phonation.

4. Die Läsionen des Kleinhirns üben keinen Einfluss auf die Phonation aus.

5. Die totale Durchtrennung des verlängerten Markes oberhalb des Vagusgebietes hebt sofort die Phonation auf und ermöglicht nur die Atmung.

Auf Grund dieser experimentellen Resultate habe ich das Gebiet des subcerebralen Phonationscentrums festgestellt, welches nach den Messungen der ausgeführten Experimente, jenen Teil des verlängerten Markes, des Bodens des vierten Gehirnventrikels einnimmt, welcher sich 12 mm von den hinteren Corpora quadrigemina zu dem Vagusgebiet erstreckt. Das Intaktbleiben dieses subcerebralen Phonationsgebietes bei vollständiger Ausschaltung des Gehirnes ermöglicht die Phonation, während die Ausschaltung dieses Phonationsgebietes durch einen Schnitt oberhalb des Vagusgebietes die Phonation aufhebt und nur die Atmung ermöglicht und einige den tieferen Inspirationen entsprechende excessive abduktorische Bewegungen der Stimmbänder.

Diese experimentellen Resultate stehen in vollkommenem Einklang mit dem bei den perforierten Neugeborenen und den Missgeburten gefundenen Verhältnissen.

Bei den phonierenden perforierten Neugeborenen und bei den phonierenden hemicephalen und anencephalen Missgeburten bestand die Phonation neben dem Mangel des Gehirnes, weil das Gebiet des subcerebralen Phonationscentrums intakt geblieben war. Diese Fälle entsprechen jenen Tierexperimenten, wo wir das Gehirn in der Höhe der vorderen Corpora quadrigemina von dem verlängerten Marke total abgeschnitten hatten.

Bei den nur atmenden und nicht phonierenden perforierten Neugeborenen und anencephalen Missgeburten war bei Mangel des Gehirns keine Phonation vorhanden, weil auch das Gebiet des subcerebralen Phonationscentrums fehlte. Diese Fälle entsprechen jenen Tierexperimenten, wo wir das Gehirn oberhalb des Vagusgebietes und unterhalb des subcerebralen Phonationsgebietes von dem verlängerten Marke total durchschnitten haben.

Wir haben ferner gesehen, dass bei den einzelnen Tierexperimenten die Läsionen des Kleinhirnes die Phonation nicht stören; dieser Thatsache entsprechen jene Fälle der erwähnten perforierten Neugeborenen und der Missgeburten, wo das Kleinhirn entweder verletzt wurde, oder ganz fehlte.

Da sich unsere experimentellen Resultate in vollem Ein-

klange mit unseren auf die perforierten Neugeborenen und Missgeburten beziehenden Untersuchungen befinden, so stellen wir den Satz auf, dass das beim Hunde von uns festgestellte Gebiet des subcerebralen Phonationscentrums auch beim Menschen existiert, und zwar in ähnlicher Weise zwischen den hinteren Corpora quadrigemina und dem Vagusgebiete.

Betrachten wir nach den Beiträgen, ob und wie die klinischen Erfahrungen mit den experimentellen Resultaten in Einklang zu bringen sind. Die klinischen Beobachtungen sind sehr lückenhaft; solche Beobachtungen besitzen wir nicht, welche frei von jedem Einwand zu pathologischen Schlüssen geeignet wären. Die Zahl der klinischen Beobachtungen, welche mit necroscopischen Untersuchungen ergänzt sind, ist leider sehr gering und teilweise lückenhaft. Eine klinische Beobachtung kann neben dem laryngoscopischen Befund nur dann auf Wert und Verwendbarkeit rechnen, wenn bei der Necroscopie nicht nur das Gehirn und Medulla oblongata, sondern auch die Nervenstämme, die Kehlkopfmuskeln und deren einzelne Nerven sowohl anatomisch wie mikroskopisch untersucht worden sind. Dieser Bedingung hat leider keine einzige Beobachtung entsprochen. Daraus folgt, dass die experimentellen Resultate mit den klinischen nicht in Einklang gebracht und pathologische Gesetze zur Zeit nicht formuliert werden können.

Wir besitzen klinische Erfahrungen, welche sich nur auf den laryngoskopischen Befund ohne anatomische Untersuchung beziehen; andere Beobachtungen entbehren wieder der laryngoskopischen Untersuchung. Die dritte Gruppe vereinbart beide Untersuchungen, und können allein bei den pathologischen Erörterungen in betracht gezogen werden.

Laryngoskopischer Befund ohne Necroscopie.

Gib[1]) fand bei apoplectischen Hemiplegien einseitige Stimmbandlähmung, ebenso in einzelnen Fällen Löri.[2]) Hingegen konnte Semon[3]) nie die geringste Veränderung in den Bewegungen der Stimmbänder beobachten, bei frischen Fällen von kompleter Rindenaphasie. Lermoyez[4]) konnte ebenfalls in den von ihm untersuchten Fällen von Hemiplegien keine Ver-

---

[1]) Ziemssens Handbuch. Bd. IV.
[2]) A gége ês légcsö elvàltozasai etc. 1885.
[3]) I. m.
[4]) Bulletins et mémoires de la société française d'otol. etc. 1897.

änderung konstatieren. Lewin[1]) fand in einem Falle das linke Stimmband in der Medianlinie gelähmt. Gerhardt[2]) beobachtete bei chronischen Erkrankungen des Gehirnes einseitige Stimmbandlähmungen. Ziemssen[3]) sah in einem Falle von Hemiplegie einseitige Parese. Cartaz[4]) beobachtete bei rechtseitiger Hemiplegie Stimmbandlähmung in der Kadaverstellung. Garel[5]) sah in zwei Fällen von Hemiplegie Stimmbandlähmung auf derselben Seite. Schrötter[6]) fand auch Stimmbandlähmung.

Necroscopische Angaben ohne laryngoscopischen Befund.

Duval[7]) fand in einem Fall von Aphasie und Aphonie in dem vorderen Teil des linken Stirnlappens einen apoplektischen Herd. Foville[8]) fand auf der rechten Seite die Centralwindungen verändert. In Luys'[9]) Fall waren neben den Gehirnganglien auch in den Muskeln und Nerven Veränderungen vorhanden. Livio Ronci[10]) fand bei nach einem apoplektischen Anfall auftretender Aphonie in den Stirnwindungen Erweichungsherde. Seguin[11]) fand bei linksseitiger Hemiplegie Stimmstörungen und in der rechten dritten Stirnwindung Veränderungen. Fuller und Browning[12]) fanden in den Linsenkernen Veränderungen. Beurmann[13]) sah in der rechten äusseren Kapsel und in der weissen Substanz des linken Parietallappens Veränderungen. Picot und Hobbes[14]) haben in einem Falle von Lähmung der Lippe, der Zunge, des Rachens und des Kehlkopfes, bei Intaktsein der bulbären Kerne, eine ganze Reihe kleiner alter apoplektischer Herde im vorderen und mittleren Teile des Grosshirns gefunden. Die erwähnten Fälle können zu pathologischen Schlussfolgerungen nicht verwendet werden. In den Fällen, wo die pathologische Untersuchung fehlt, zeigte die Laryngoskopie

---

1) Berliner klin. Wochenschrift. 1874.
2) Archiv für pathol. Anatomie. Bd. XXVII.
3) Archiv für pathol. Anatomie. Bd. XXVII.
4) France med. 1895.
5) Annales des med. de l'oreille etc. 1886.
6) Allgem. Wiener med. Ztg. 1882.
7) Bulletin de la société de chirurgie. 1864.
8) Gazette hebd. 1863.
9) Annales des mal. de l'oreille etc. 1875.
10) Lermoyez l. c.
11) Transact. of the neurol. Assoc. 1877.
12) The med. Record. 1884.
13) Archives générales de médicine. 1876.
14) Centralblatt f. Laryngologie. 1897.

einerseits Lähmung des Stimmbandes, andererseits gar keine Veränderung. Das gelähmte Stimmband war in der Medianlinie oder in der Kadaverstellung fixiert.

Bevor wir die Fälle der dritten Gruppe erörtern, wollen wir den Fall von Bryson Delavan[1]) erwähnen, bei welchem die Nekroskopie den diagnostischen Irrtum erwies. Es wurde die Lähmung des linken Stimmbandes in der Medianstellung durch Läsionen im Gehirn erklärt, als sich bei der Nekroskopie erwiesen hat, dass der linke Vaguskern in der Medulla destruiert war, und den wirklichen Grund der Stimmbandlähmung demonstrierte. In Wallenbergs[2]) Fall bestand neben der Lähmung des Gesichtes, der Zunge und des Rachens auf der rechten Seite eine linksseitige totale Stimmbandlähmung. Bei der Sektion war eine Erweichung der weissen Substanz im rechten Stirnlappen vorhanden; ausserdem waren die Vaguswurzeln in einem meningitischen Exsudat eingebettet, daher zur Verwertung ungeeignet. Rossbach[3]) bespricht ausführlich seinen Fall, in welchem das linke Stimmband, die linke Gesichtshälfte und die Zunge gelähmt waren. Bei der Sektion erschien die rechte Insel degeneriert, ebenso der Übergangsteil der Centralwindungen und der untere Teil der zweiten Parietalwindung. Es zeigte sich der Hypoglossuskern verändert. Rossbach betrachtet die Insel als den Sitz der willkürlichen phonetischen Stimmbandbewegungen und hebt das nahe Verhältnis zu den Centren der Sprache und des Gehörs hervor. Die gekreuzte einseitige Stimmbandlähmung erklärt er folgendermassen: „Die beiden Stimmbänder führen normalerweise stets zusammen die gleichen Bewegungen aus und können weder willkürlich noch unwillkürlich einseitig in Thätigkeit gesetzt werden. Dass diese Thatsache ähnlich wie bei den Stirnmuskeln nur auf eine innige Verknüpfung der von den beiden Rindencentren herunterlaufenden Bahnen an einen tiefer gelegenen Punkt, etwa in der Medulla, und nicht auf eine doppelseitige Innervation eines jeden Stimmbandes von dem rechten und dem linken Rindencentrum her zurückgeführt werden muss, dafür spricht die einseitige Stimmband- und Stirnmuskellähmung bei Krankheitsherden auf der

---

[1]) The med. Record. 1885.
[2]) Int. Centr. f. Laryngol.
[3]) Deutsches Archiv f. klin. Medizin. 1890.

entgegengesetzten Gehirnhälfte." Rebillard[1]) sah das rechte Stimmband in Kadaverstellung. Bei der Sektion war links in der dritten Stirnwindung ein Bluterguss, rechts in der zweiten und dritten Stirnwindung ein Tumor. In der Medulla wurden das Vagusgebiet und die Kehlkopfnerven nicht untersucht. Garel[2]) fand das linke Stimmband gelähmt in Kadaverstellung bei rechtsseitiger Hemiplegie, Gesichtslähmung und Aphasie. Die Sektion zeigte in der linken Hemisphäre mehrere erweichte Rindenherde, in der rechten eine rote Erweichung in der dritten Stirnwindung. Die Untersuchung der Medulla oblongata und der Kehlkopfnerven fehlt. Garel und Dor[3]) fanden in einem Falle das linke Stimmband in der Kadaverstellung fixiert. Die Sektion zeigte einen kleinen roten Erweichungsherd in der rechten Linse, welcher sich 2 mm in den äusseren Teil der Capsula interna erstreckte. Die linke Hemisphäre, das Kleinhirn, die Medulla oblongata, die Kehlkopfnerven waren intakt. Münzer[4]) fand in einem Falle von linksseitiger Hemiplegie beide Stimmbänder gelähmt in der Kadaverstellung, Schluckbeschwerden und Sprachstörungen. Die Sektion zeigte rechts an der Spitze der oberen Stirnwindung an dem Zusammenfluss der Centralwindungen je ein erbsengrosses gelbgrünliches Infiltrat; ferner rechts in der Linse, links im Kopfe des Corpus striatum Erweichungsherde. In der Medulla war nur im Hypoglossuskern Atrophie nachzuweisen. Ausserdem eine hirsekorngrosse Sklerose entsprechend dem hintersten Teil der Vierhügel und dem obersten Teil der Brücke. Déjerine[5]) fand bei Aphasie und rechtsseitiger Hemiplegie das rechte Stimmband in der Kadaverstellung fixiert. Die Sektion zeigt mehrere Erweichungsherde in der weissen Substanz; Medulla oblongata und Vaguswurzeln intakt. In einem zweiten Falle von Aphasie und Hemiplegie war das rechte Stimmband in der Kadaverstellung gelähmt. Die Sektion zeigt links einen Erweichungsherd in der weissen Substanz unter der dritten Stirnwindung; Medulla und Vaguswurzeln intakt. Eisenlohr[6]) fand in einem Falle bei Aphonie motorische Störungen

---

[1]) Lermoyez l. c.
[2]) Annales des mal. de l'oreille etc. 1886.
[3]) Annales des mal. de l'oreille etc. 1890.
[4]) Prager med. Wochenschrift. 1890.
[5]) Société de biologie. 1891.
[6]) Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilkunde. 1891.

der unteren Extremitäten, beim Intonieren vollkommene Unbeweglichkeit des linken und geringe Beweglichkeit des rechten Stimmbandes. Die Sektion ergab: Zerstörung des hinteren Drittels beider Thalami, partielle Degeneration in den hinteren Abschnitten beider inneren Kapselgebiete, ferner kleine Erweichungsherde rechts im vorderen Teil des Stirnlappens, links im vorderen Schenkel der Capsula interna. In Pitts[1]) Fall traten nach apoplektischen Anfällen neben Tonlosigkeit erst rechtsseitige, dann linksseitige Hemiplegie auf. In diesem Stadium fehlt der laryngoskopische Befund. Später kehrte die Stimmbildung zurück und die laryngoskopische Untersuchung fand nichts Abnormales. Bei der Sektion fanden sich beiderseits in der Linse und in dem hinteren Teil der Capsula interna Erweichungsherde. Pons und Medulla oblongata intakt.

Die physiologischen Resultate wurden zu pathologischen Folgerungen verwertet. Semon und Horsley[2]) haben folgende Sätze aufgestellt: „Einseitige Reizung produziert doppelseitige Wirkung. Klinisch kann daher bei einer irritativen, einseitigen Affektion dieses Gebietes Glottiskrampf, d. h. doppelseitige Abduktion der Stimmbänder erfolgen“. Ferner: „Einseitige Zerstörung produziert keine Wirkung. So etwas wie die behauptete einseitige Stimmbandlähmung infolge von Läsion einer Grosshirnhemisphäre existiert daher überhaupt nicht. Semon[3]) beharrt neuerdings auf seinem alten Standpunkt. Klemperer[4]) bestreitet entschieden die pathologische Bedeutung der Phonationscentren, und daher existiert für ihn dieser centrale Ursprung einer Stimmbandlähmung nicht. In den erwähnten Fällen haben die einzelnen Beobachter die gefundenen Gehirnläsionen in kausalen Zusammenhang mit den Stimmbandlähmungen gebracht, und stellen daher auch den Satz auf, dass einseitige Gehirnläsion einseitige, gekreuzte Stimmbandlähmung zur Folge haben kann.

Semons Standpunkt beruht wesentlich auf Tierexperimenten. Es steht ohne Zweifel die Existenz und die bilaterale Wirkung des Phonationscentrums fest. Diese Thatsache allein erlaubt

---

1) Int. Centr. f. Laryngologie. Bd. X, XI.
2) l. c.
3) Handbuch der Laryngologie etc. 1897. Bd. I.
4) l. c.

die Folgerung, dass der Ausfall eines Centrums keine Stimmbandlähmung nach sich ziehen kann, also keine einseitige Stimmbandlähmung, sondern nur eine doppelseitige Lähmung infolge des Ausfalls beider Centren eintreten kann. Da klinische Beobachter für die gekreuzte, einseitige Stimmbandlähmung eine Erklärung in den Masinischen Angaben fanden, so ist es natürlich, dass Semon, in Anbetracht des allgemeinen Widerstandes der Experimentatoren gegenüber einer einseitigen, gekreuzten Stimmbandlähmung centralen Ursprunges, ebenfalls einen ablehnenden Standpunkt eingenommen hat.

Einerseits ist Semons Standpunkt klinisch nicht bekräftigt worden, andererseits ist dessen Grundlage, die Bedeutung des Phonationscentrums in der Rinde, durch experimentelle Beobachtungen geschwächt worden.

Was die klinischen Beobachtungen betrifft, so ist die Zahl der Fälle eine sehr geringe, welche zu pathologischen Erörterungen geeignet erscheint. Eine grosse Zahl der Beobachtungen war von negativem Resultat begleitet; bei Hemiplegien, bei Rindenaphasien war von seiten des Kehlkopfes, der Stimmbildung, nichts Abnormes zu konstatieren. Bei den erwähnten Fällen treten zwei Beobachtungen in den Vordergrund: die einseitige gekreuzte Stimmbandlähmung und die Kadaverstellung des Stimmbandes. Was die gekreuzte Stimmbandlähmung betrifft, so fand die Masinische Angabe Verwertung. Wir haben aber gesehen, dass diese Angabe von allen Kontrollversuchen in Abrede gestellt wurde und daher kann dieselbe auf eine pathologische Verwertung keinen Anspruch haben. Was die erwähnte Kadaverstellung der Stimmbänder betrifft, so kann dieselbe mit den experimentellen Resultaten nicht in Einklang gebracht werden. Wir haben gesehen, dass die respiratorischen Bewegungen der Stimmbänder ihr Centrum in der Medulla im Vagusgebiet haben, welche die Abduktionsbewegungen der Stimmbänder auch dann auslösen können, wenn das ganze Gehirn von der Medulla abgetrennt worden ist. Ausserdem ist uns das Rindencentrum bekannt, welches auf elektrische Reizung die respiratorischen Bewegungen der Stimmbänder zu bewirken vermag. Die erwähnte Kadaverstellung der klinischen Beobachtung steht im scharfen Gegensatz zu den experimentellen Resultaten. Wenn wir die pathologischen Veränderungen betrachten in ihrem verschiedenen Auftreten, so erscheint ein Phonationscentrum am menschlichen

Gehirn zu fixieren unmöglich. Es wurden Veränderungen gefunden in der Insel, in der unteren Stirnwindung, in der subkortikalen weissen Substanz, in den Grosshirnganglien, in der inneren Kapsel, im oberen Teile der Brücke. Bei Rossbach ist mit der Veränderung der rechten Insel das linke Stimmband gelähmt; bei Rebillard finden wir die linke dritte Stirnwindung und die rechte zweite Stirnwindung erkrankt und nur das rechte Stimmband gelähmt; bei Garel ist das linke Stimmband gelähmt und die rechte dritte Stirnwindung und die linke Hemisphäre lädiert; bei Garel und Dor ist das linke Stimmband gelähmt und der rechte Linsenkern und der äussere Teil der inneren Kapsel verändert; bei Münzer finden wir beide Stimmbänder gelähmt und Veränderungen in der rechten oberen Stirnwindung und linkerseits in den zusammenfliessenden Centralwindungen, in dem rechten Linsenkern, in dem linken gestreiften Körper, ferner im oberen Teil der Brücke; bei Eisenlohr finden wir auch Lähmung beider Stimmbänder neben Veränderungen der hinteren Abschnitte der Thalami optici und der inneren Kapseln, im vorderen Teile des Stirnlappens rechterseits und im vorderen Schenkel der inneren Kapsel linkerseits; und schliesslich bei Pitt finden wir die Stimmbänder intakt und die hinteren Teile der Linsenkerne und der inneren Kapseln verändert. Neben diesen Beobachtungen fehlt in einzelnen Fällen die Untersuchung des Vagusgebietes in der Medulla. Aus diesen Beobachtungen kann man den Sitz eines Phonationscentrums im menschlichen Gehirn nicht einmal annähernd fixieren. Wir können nur die mit den gefundenen Gehirnläsionen im Leben beobachteten Stimmbandlähmungen einfach zur Kenntnis nehmen, ohne den geringsten Versuch zu machen, aus ihnen pathologische Sätze zu formulieren. Die Tierexperimente, wie wir gesehen haben, sind jetzt noch nicht geeignet, zur Grundlage pathologischer Schlussfolgerungen zu dienen. Besonders beim Hunde haben die Beobachtungen gezeigt, dass den subkortikalen Centren eine Funktion zufällt, die beim Menschen nur den Rindencentren zukommt, und dass die durch Exstirpation der Rindencentren verursachten Lähmungen vorübergehend sind, und wenn auch nicht vollkommen, doch durch die Funktion der subkortikalen Centren kompensiert werden. Die Richtung der weiteren Untersuchungen ist somit gegeben: die physiologischen Verhältnisse der von den Rindencentren unabhängigen Phonation zu erkennen,

das Verhältnis des von uns angenommenen subcerebralen Centrums zu den Rindencentren und zu dem Vagusgebiet in der Medulla zu erforschen. Neben der Klarstellung dieser Fragen sind die klinischen Beobachtungen mit den aufgestellten Bedingungen berufen, beim Menschen die pathologischen Gesetze festzustellen.

Was das Rindencentrum der respiratorischen Bewegungen der Stimmbänder beim Hunde betrifft, haben wir die negativen Resultate von Krause, Semon-Horsley, Masini, Ónodi, Klemperer, Broekaert gesehen. Wir haben erwähnt, dass Semon-Horsley bei der Katze von der Gehirnrinde aus die Abduktion der Stimmbänder auslösen konnten, ebenso beim Hunde und beim Affen durch Reizung der Capsula interna. Bei der Katze liegt dieses Centrum im Gyrus anterior compositus, knapp oberhalb der Fissura rhinalis. Die Reizung dieses Rindenteiles resultiert die Erweiterung der Stimmritze, welche während der Reizung anhält, ohne Störung der Thoraxatmung.

Russell[1]) fand auch bei Hunden das respiratorische Rindencentrum. Dies Centrum liegt nach ihm neben dem Phonationscentrum, daher berühren schon schwache Reizungen auch das Phonationscentrum, was die negativen Resultate erklärt. Russell schaltete durch Isolierung und Durchschneidung der Verengererfaserbündel die störende Wirkung des Phonationscentrums aus, und so fand er das Rindencentrum der respiratorischen Stimmbandbewegungen. Die vom Phonationscentrum vorn und unten liegenden Teile der Fissura prorca lösten auf Reizung die Erweiterung der Stimmritze aus. Es gelang Russell auch ohne Durchschneidung der Verengererfasern auf Reizung des Gyrus compositus anterior und der Fissura prorea die Abduktion der Stimmbänder und die bilaterale Wirkung des respiratorischen Centrums zu erzielen.

Die neuesten Untersuchungen stammen von Katzenstein[2]), der zu anderen Resultaten gelangte. Er versuchte die von Russell empfohlene Methode, es gelang ihm aber die Isolierung der phonatorischen und respiratorischen Faserbündel im lebenden Tiere nicht, weshalb er vorzog, die Endzweige der unteren Kehlkopfnerven einzeln dem experimentellen Zwecke entsprechend zu durchschneiden. Durchschnitt er die beiderseitigen Ver-

[1]) Proc. Royal Soc. 1895. Vol. LVIII.
[2]) l. c.

engererfaserbündel und reizte mit mittelstarken Strömen das Krausesche Centrum, so wurden die Stimmbänder bis zu einer Mittelstellung zwischen Kadaverstellung und äusserster Inspirationsstellung abduciert. Diese nicht vollständige Abduktion der Stimmbänder verursachte die Funktion der Mm. cricothyreoidei; wurde dieselbe mit der Durchschneidung der Laryngei sup. ausgesehaltet, resultierte die Reizung des Rindencentrums die äusserste Abduktion des Stimmbandes, wie sie bei tiefer Einatmung zu beobachten ist. Bei Durchschneidung beider Nervi laryngei inf. erzielt die Reizung des Rindencentrums die starke Kontraktion der Mm. cricothyreoidei und die Spannung der Stimmbänder, welche aber nach erfolgter Durchschneidung der oberen Kehlkopfnerven nicht mehr auszulösen ist.

Bei der Katze löst die Reizung des Gyrus compositus anterior die Abduktion der Stimmbänder aus. Bei Durchschneidung des Erweiterernerven oder bei Exstirpation der Erweiterermuskeln resultiert die Reizung des Rindencentrums, die Adduktion der Stimmbänder. Nach Durchschneidung der oberen Kehlkopfnerven ist auf Reizung des Rindencentrums die Adduktion nicht so ausgesprochen. Beim Hunde ist der Gyrus praefrontalis, bei der Katze der Gyrus compositus anterior das Centrum der Stimmbandbewegungen. Im Gegensatze zum Hunde wird bei der Katze vom Rindencentrum die Erweitererfunktion in höherem Masse beeinflusst als die der Verengerer und Spanner.

II. Der Nervus vagus und die „Accessorius-Frage."

In dem die anatomischen Verhältnisse besprechenden Kapitel haben wir ausführlich unseren Standpunkt erörtert, welcher auch mit den physiologischen experimentellen Ergebnissen in Einklang steht. Die Elemente des Vagus bilden die Nervenfäden der Kehlkopfmuskeln und daher werden wir dem Accessorius zugesprochene Kehlkopfinnervation unter dem Titel der „Accessorius-Frage" besprechen.

Bischoff[1]) fasste vom anatomischen Standpunkte das Verhältnis zwischen N. vagus und N. accessorius so auf, dass der N. vagus entsprechend den Spinalnerven, bloss aus sensiblen Wurzeln bestehe, während der N. accessorius die motorischen Wurzeln repräsentierte. Diese motorischen Nervenfasern sollen auch die Kehlkopfmuskeln versehen. Er war der erste, der auf Grund physiologischer Experimente den Satz aufstellte, dass der elfte Gehirnnerv der Nerv des Kehlkopfes sei. Bischoff durchschnitt bei einer Ziege nach Eröffnung des Rückgratkanales die Wurzeln des N. accessorius; das Tier, welches bis dahin fortwährend schrie, wurde auf einmal stimmlos. Bei der Obduktion erwies sich der N. vagus intakt.

Longet[2]) wiederholte die Experimente und konstatierte bei zwei Hunden Heiserkeit, bei der Obduktion zeigte es sich jedoch, dass die Wurzeln nicht vollkommen exstirpiert waren. Bei einem dritten Hunde war das Resultat ein vollkommenes. Nach der Operation eröffnete er das Innere des Kehlkopfes und konstatierte eine vollkommene Lähmung des rechten Stimmbandes; die Obduktion ergab, dass die Wurzeln des N. accessorius vollkommen durchschnitten waren. Ferner stellten sich nach elektrischer Reizung der Accessoriuswurzeln im Kehlkopfe und Rachen

---

[1]) N. accessorii Willisii. 1732.

[2]) Recherches exp. etc. 1841.

Zuckungen ein, welche auf Vagusreizung nicht ausgelöst werden konnten.

Bernard[1]) vollführte seine Experimente in der Weise, dass er den N. accessorius aus dem Foramen jugulare herausriss. Riss er den N. accessorius auf der einen Seite aus, so wurde das derselben Seite entsprechende Stimmband paretisch, that er dies auf beiden Seiten, so trat Stimmlosigkeit infolge Lähmung beider Stimmbänder ein. Bernard gab eine andere Erklärung betreffend des Verhältnisses der Nn. access. und Vagi zur Atmung und Phonation. Die Stimmlosigkeit nach Durchschneidung des N. vagus erklärt er aus der dauernden Verengerung der Stimmritze, während die Stimmlosigkeit nach Ausreissung des N. accessorius dadurch entstehen soll, dass die Stimmbänder nicht mehr einander genähert werden können.

Den N. accessorius sah er für den die Erweiterung der Stimmritze, den N. vagus als den die Verengerung der letzteren vermittelnden Nerven an.

Schiff[2]) teilt nicht diese Auffassung und schreibt beide Funktionen den Fasern des N. accessorius zu.

Heidenhain[3]) sah nach Ausreissung des N. accessorius am Kaninchen Parese der Kehlkopfmuskeln eintreten.

Burchard[4]) fand nach Ausreissung des N. accessorius in den Rachenzweigen des N. vagus und im N. laryng. inf. die Fasern grösstenteils degeneriert, weniger degeneriert zeigte sich der äussere Zweig des N. laryng. sup.

Den entgegengesetzten Standpunkt nimmt Volkmann[5]) ein, der bei Hunden den N. accessorius durchschnitt und keine Veränderung in den Bewegungen der Stimmbänder wahrnehmen konnte. Auf Grund seiner Untersuchungen schreibt er die motorische Innervation des Kehlkopfes einzig und allein dem N. vagus zu.

Van Kempen[6]) nimmt bereits die Gegenwart motorischer Fasern in den Wurzeln des N. vagus an, noch ehe derselbe mit

---

[1]) Leçons sur la physiol. et pathol. Système nerveux. Th. II.
[2]) Lehrbuch der Muskel- und Nervenphysiologie. 1858—1859.
[3]) Studien aus dem physiologischen Institute zu Breslau. 1865.
[4]) Hermann, Handbuch der Physiologie.
[5]) Archiv f. Anatomie und Physiologie. 1840.
[6]) Schmidts Jahrbücher. Bd. CXX.

dem N. accessorius in Verbindung tritt. Auf elektrische Reizung der Wurzeln des N. vagus traten Zuckungen ein.

Navratil[1]) bestreitet auf Grund seiner früheren Experimente, dass der N. accessorius in irgend welcher Beziehung zur Muskulatur des Kehlkopfes stünde.

Schechs[2]) Untersuchungen bekräftigen die Ansicht Bischoffs, namentlich dass der N. accessorius dem Kehlkopfnerven die motorischen Elemente zuführt. Die Ausreissung des einen N. accessorius ruft Unbeweglichkeit des Stimmbandes derselben Seite sowie auch Heiserkeit hervor; Ausreissung beider Nn. accessorii bewirkt Kadaverstellung beider Stimmbänder und führt zu vollkommener Stimmlosigkeit.

Hines[3]) stellte nach dem Degenerationsverfahren an Kaninchen Versuche an und fand, dass der N. accessorius auch vom Ganglion jugulare des N. vagus Fasern erhält und der N. laryngeus inferior zum grösseren Teile aus Accessoriusfasern besteht.

Grossmann[4]) gelangt auf Grund seiner vortrefflichen physiologischen Untersuchungen zu folgenden Resultaten: Die Fasern des N. laryngeus superior entstammen den oberen Wurzeln des N. vagus, der N. laryngeus inferior den mittleren Strängen der Vaguswurzeln.

Grabower[5]) vollführte seine Experimente an Katzen, Hunden und Kaninchen, sie führten zum Resultate, dass der N. accessorius keinen Anteil an der Innervation des Kehlkopfes nimmt. Er durchschnitt die Accessoriuswurzeln in der Schädelhöhle und konnte mit dem Kehlkopfspiegel keine Abweichung in den Bewegungen des Stimmbandes beobachten. Die nach dem Experimente vorgenommene anatomische Untersuchung ergab das Fehlen der Wurzeln und das Intaktsein der Vaguswurzeln.

Das Ausreissen des N. accessorius zog bei Hunden und Katzen ebenfalls keine Veränderung nach sich. Beim Kaninchen jedoch trat vollständige Lähmung des Stimmbandes ein. Den Grund für diese Erscheinung am Kaninchen findet Grabower darin, dass bei letzterem die Fasern des Accessorius eine Strecke

---

[1]) Berliner klin. Wochenschr. 1871.
[2]) Zeitschr. f. Physiologie. 1873.
[3]) Kolozsvári Ettesitö. 1899.
[4]) Wiener Akademie. 1890.
[5]) Centralblatt f Physiologie. 1890.

weit mit den Fasern des Vagus zusammen verlaufen, sodass mit dem Ausreissen des N. accessorius unbedingt auch eine Verletzung des N. vagus einhergeht. Was den N. vagus anlangt, so nehmen dessen untere vier bis fünf Nervenwurzeln an der motorischen Innervation der Kehlkopfmuskeln teil. An der Katze nämlich riss er den N. accessorius heraus, ohne dass eine Änderung eingetreten wäre, als er aber die unteren Wurzeln des N. vagus durchschnitt, trat sofort Kadaverstellung ein. Nach Durchschneidung der oberen Vaguswurzeln trat keine Veränderung ein. An Hunden und Kaninchen (bei letzteren wurde der Accessorius innerhalb der Schädelhöhle exstirpiert) erzielte er dieselben Resultate.

Navratil[1]) hat seine bereits erwähnten experimentellen Studien neuerdings aufgenommen und ist wiederholt zu dem Resultate gelangt, dass der N. accessorius in keinerlei Weise an der motorischen Innervation des Kehlkopfes beteiligt ist. Navratil durchschnitt sowohl den im Rückgratskanale verlaufenden Teil des N. accessorius als auch seine Wurzeln in der Medulla oblongata.

Die an den zahlreichen Versuchstieren (Hunden) vorgenommene laryngoskopische Untersuchung ergab keine Abweichung von der Norm. Die anatomische Untersuchung stellte in jedem einzelnen Falle die erfolgte Durchschneidung erwähnter Wurzeln fest. Diese neueren Experimentaluntersuchungen bestätigten nur seine bereits vor längerer Zeit aufgestellte Ansicht.

Navratil erklärt die durch Ausreissen des N. accessorius erreichten positiven Resultate aus der Verletzung des N. vagus in dem Foramen jugulare.

In jüngster Zeit hat Réthi[2]) nach dem Ursprung der motorischen Nerven der Rachen- und weichen Gaumenmuskulatur geforscht, und ist zu dem Resultate gelangt, dass dieselben im mittleren Strange der im verlängerten Marke entspringenden Wurzeln des N. vagus enthalten sind, und daher die Muskeln des Rachens und weichen Gaumens ausschliesslich von den Elementen des N. vagus versehen werden. Die bereits erwähnten Beziehungen des N. accessorius zu den Muskeln des weichen

[1]) Magyar orvosi Archivum. 1893.

[2]) Der periphere Verlauf der motorischen Rachen- und Gaumennerven. Wiener Akademie. 1893.

Gaumens und Rachens stellt Réthi auf Grund seiner Experimente entschieden in Abrede.

Friedrich Vas studierte das Verhältnis des Vagus und Accessorius zum Herzen. Seine Versuchsresultate erwähne ich hier kurz, nachdem sie gewissermaassen als Ergänzung der von mir angeführten Thatsachen dienen können.

Vas wollte die Frage ins reine bringen, ob der Accessorius oder Vagus es ist, welcher die herzhemmenden Eigenschaften besitzt. Zu diesem Zwecke suchte er an Hunden, in derselben Weise wie ich, den Accessorius innerhalb des Schädels auf, riss ihn vollständig heraus, selbstverständlich die Vaguswurzeln dabei intakt lassend. Die vor und nach dem Ausreissen aufgenommenen Blutdruckkurven ergaben, dass die Herzaktion vollkommen unverändert blieb in betreff der Frequenz sowohl als auch in jeder anderen Beziehung. Die an den vier Versuchstieren vorgenommene Obduktion bestätigte, dass sämtliche Zweige des Accessorius bei Intaktbleiben der Nn. vagi herausgerissen wurden.

In betreff der Vaguswurzeln begegneten die Experimente wegen der schwereren Zugänglichkeit grösseren Hindernissen.

Nach mehreren erfolglosen Versuchen gelang es endlich, in drei Fällen die Vaguswurzeln unter Intaktlassung der Accessoriuswurzeln auszureissen. In einem Falle, wo die vorhergehende Durchschneidung der Medulla oblongata unterblieb, stieg der Blutdruck nach Durchschneidung der Wurzel beiläufig auf das siebenfache, die Zahl der Herzkontraktionen von 110 auf 160. In den anderen zwei Fällen, wo vorher die Medulla oblongata durchschnitten wurde, konnte die Erhöhung des Blutdruckes als auch die Zunahme der Herzkontraktionen in unzweifelhafter Weise konstatiert werden.

Nach diesen Versuchen wurde gewissermassen ergänzungsweise einmal der Accessorius ausgerissen, was von keinerlei Einfluss mehr auf die Herzaktion war.

Die Obduktion ergab Durchschneidung der Vaguswurzeln, in den ersten zwei Fällen bei Intaktbleiben der Accessoriuswurzel, im letzten Falle mit vollkommenem Ausreissen auch der Accessoriuswurzel.

Grossmann hat in ähnlicher Weise, wie er es für die Wurzelfasern der Kehlkopfnerven gethan, die herzhemmenden Fasern in dem Glossopharyngeus, Vago-accessorius nach dem Ursprung aufgesucht, um die Frage zu entscheiden, ob diese

Herzhemmungsfasern dem Vagus oder dem Accessorius entstammen.

Die Methode bestand darin, dass Grossmann in derselben Weise, wie bei seinen früheren Untersuchungen, nach Abtragung der Membrana obturatoria die Nervenfasern in der Schädelhöhle unmittelbar nach ihrem Austritt aus der Med. oblongata aufsuchte und bei elektrischer Reizung der einzelnen Fäserchen die Kontraktionen des Herzens, welche graphisch registriert wurden, beobachtet. Die elektrische Reizung geschah unipolar in der Weise, dass der Maulkorb des Tieres mit der einen Elektrode verbunden war, während mit der anderen, in einen feinen Platindraht auslaufenden Elektrode die einzelnen Nervenfäden abgetastet wurden.

Diese Versuche ergaben, dass die bekannten Herzhemmungserscheinungen dann auftraten, wenn man — nach Grossmanns Bezeichnung — die untersten Fasern des mittleren (b), oder die obersten Fasern des untersten (c) Bündels reizte.

Reizungen des einen N. accessorius oder auch beider Nerven gleichzeitig zeigte niemals irgend einen Effekt auf das Herz.

Unsere Untersuchungen bezüglich dieser Frage führten zu folgendem Resultat: Die Versuche wurden an Hunden und Kaninchen vorgenommen, der Accessorius zum Teil am Halse, zum Teil innerhalb der Schädelhöhle aufgesucht. An Hunden wurde die Exstirpation des N. accessorius grösstenteils am Halse vorgenommen. Der N. accessorius wurde am Halse bis zum Foramen jugulare freigelegt, und an dieser Stelle ausgerissen, gleichzeitig auch die Luftröhre eröffnet, um die Bewegungen der Stimmbänder kontrolieren zu können.

Nach den in grosser Anzahl vorgenommenen Ausreissungen traten im Kehlkopfe keinerlei Veränderungen in den bekannten Bewegungen der Stimmbänder ein. Wurde beim Kaninchen der Accessorius am Halse ausgerissen, so trat Lähmung des Stimmbandes derselben Seite auf.

Unsere übrigen Versuche am Hunde sowohl wie am Kaninchen beziehen sich auf den innerhalb der Schädelhöhle befindlichen Teil des N. accessorius.

Bei Kaninchen wurden die Nn. accessorii öfter innerhalb der Schädelhöhle aus dem For. jugulare ausgerissen, wobei weder in den Bewegungen noch in der Stellung der Stimmbänder irgend-

welche Änderung eintrat. Die Obduktion ergab stets die vollständige Exstirpation der Nn. accessorii. In einem Falle wurde an einem Kaninchen das untere Bündel der linksseitigen Vaguswurzeln ausgerissen, und das Resultat war die Lähmung des Stimmbandes der entsprechenden Seite. Bei der Obduktion wurde das obere Bündel der Vaguswurzeln mit dem verlängerten Marke in intaktem Zusammenhange gefunden.

Am Hunde wurden innerhalb der Schädelhöhle die Versuche nach mehreren Richtungen hin ausgedehnt; und zwar wurde die Reizung des N. accessorius, sowie Durchschneidung und Ausreissen desselben vorgenommen. Das eine Experiment wurde unmittelbar nach eingetretenem Tode des Versuchstieres ausgeführt. Auf elektrische Reizung des rasch herauspräparierten spinalen Accessoriusstammes zeigten die Stimmbänder nicht die geringste Bewegung, sie blieben unverändert in Kadaverstellung, die Nackenmuskulatur hingegen geriet bei jeder Reizung des Nerven in kräftige Kontraktion. Auf elektrische Reizung des herauspräparierten N. laryng. inf. desselben Tieres bewegte sich das entsprechende Stimmband sofort gegen die Medianlinie. Bei einem anderen Experimente wurde am lebenden Hunde der N. accessorius herauspräpariert, durchschnitten und elektrisch gereizt.

Auf Durchschneidung des Nerven trat im Larynx keine Veränderung ein, die elektrische Reizung hingegen bewirkte bloss Kontraktion der Nackenmuskulatur. Sowohl nach der Durchschneidung wie bei der elektrischen Reizung bewegten sich die Stimmbänder wie gewöhnlich nach aussen und innen, als ob nichts geschehen wäre. An einem anderen Hunde wurden beide Accessorii spinales durchschnitten und ein grösserer Teil derselben entfernt. Das Bild im Larynx änderte sich nicht, die Bewegungen der Stimmbänder blieben dieselben wie vor dem Experimente.

Mehrere Versuche, in welchen ich die Nn. accessorii beiderseits innerhalb der Schädelhöhle aus dem Foramen jugulare ausriss, habe ich mit Erfolg ausgeführt. Nach dem Ausreissen zeigte die Untersuchung des Kehlkopfes keinerlei Veränderung in den Bewegungen und in der Stellung der Stimmbänder, diese bewegten sich in derselben Weise wie vordem. Die jedesmalige Obduktion bestätigte, dass die Nn. accessorii thatsächlich aus dem Foramen jugulare ausgerissen waren und fehlten. Die einschlägigen nach den verschiedensten Richtungen ausgeführten

Versuche führten alle zu demselben Resultate, nämlich, dass die Nn. accessorii an der Innervation der Kehlkopfmuskeln nicht teilnehmen und auch die Bewegungen der Stimmbänder nicht beeinflussen.

Die klinischen Beobachtungen können mit wenig Ausnahmen leider nicht verwertet werden, weil die notwendigen und massgebenden pathalogisch-anatomischen und mikroskopischen Befunde fehlen. Wir wollen aus diesem Grunde die Erörterung dieser Fälle weglassen. In einem Teile der Fälle war auf derselben Seite die Lähmung des Stimmbandes und der Nackenmuskulatur (Musc. trapezius, sternocleideo-mastoideus) vorhanden. Andere Fälle zeigten neben diesen erwähnten Lähmungen auch die Lähmung der Zunge und des weichen Gaumens auf derselben Seite. Die Fälle werden im allgemeinen mit dem Accessorius in Zusammenhang gebracht, und Semon[1]) benutzte im Sinne der Untersuchungen von Horsley und Beevor[2]) die Lähmung des weichen Gaumens zu Gunsten des Accessorius. Wir haben aber gesehen, dass Réthy auch für den weichen Gaumen jeden Zusammenhang mit dem Accessorius leugnet, und seine Untersuchungsresultate stehen mit den anderen experimentellen Ergebnissen im Einklang, wonach der Accessorius mit der Innervation des Kehlkopfes und des Herzens nichts zu thun hat.

Wir erwähnen jene vollständigen klinischen Beobachtungen, welche neben dem laryngoskopischen Befunde und der pathologisch-anatomischen und mikroskopischen Untersuchungen massgebende Beweise liefern. Bei einem tabetischen Kranken Oppenheims, welcher zehn Jahre lang unter Beobachtung stand, machte er sowohl die laryngoskopische Beobachtung als nach dem Tode die genaue patho-histologische Untersuchung. Nach dem Befunde stehen das linke Stimmband und der linke Aryknorpel bei der Phonation und Respiration unverrückt fest in der Kadaverstellung. Das linke Stimmband zeigte entlang seinem freien Rande eine konkave Ausschweifung, welche sich bei der Phonation nicht ausgleicht. Das rechte Stimmband macht normale Ab- und Adduktionsbewegungen. Der pathologisch-histologische Befund ist folgender: Die typische Degeneration der Hinterstränge setzte sich in die Medulla oblongata bis in die Kerne der Gollschen und Burdachschen Stränge hinein fort.

[1]) Heymann: Handbuch der Laryng. 1898.

[2]) Proced. Royal Soc. 1888.

In der Medulla spinalis zeigten sich in der Gegend zwischen 3 und 1 Spinalnerven die Accessoriuskerne beiderseits intakt. In der Medulla oblongata erwiesen sich die Hypoglossuskerne und Wurzeln, sowie die sensiblen Vaguskerne beiderseits normal. Auch der motorische Vaguskern (Nucleus ambiguus) wurde unbeschädigt angetroffen. Von den peripheren Nerven war insbesondere der linke Recurrens hochgradig degeneriert. Die Accessoriuswurzeln waren beiderseits vollkommen unversehrt, hingegen waren die Vaguswurzeln hochgradig atrophiert, links stärker als rechts. Unter den Kehlkopfmuskeln war der linke Erweiterer in eine bindegewebige mit Fett durchsetzte Masse völlig aufgegangen. Auch am rechten Erweiterermuskel zeigte sich ein hochgradiger Schwund von Muskelfibrillen und Ersatz derselben durch welliges Bindegewebe. Der linke Musculus thyreoarytaenoideus internus zeigte die Fibrillen verschmälert, ihre Querstreifung teils verwischt, teils gar nicht sichtbar, der rechtsseitige Muskel war intakt.

In einem Falle von Tabes beschreibt Reusz[1]) den klinischen und patho-histologischen Befund, welchen auch Avellis[2]) in seinem diesbezüglichen Aufsatze als entscheidend betrachtet. Reusz fand neben der Tabes die beiderseitige Lähmung der Erweiterer. Die pathologisch-anatomische und histologische Untersuchung erwies das Gebiet des Nervus accessorius als normal, hingegen beide Nervi vagi und Laryngei inf. degeneriert, gleichfalls die Wurzelbündel des Vagus und des Glossopharyngeus und des motorischen Vaguskernes (Nucleus ambiguus).

Grabower[3]) hat in einem zweiten Falle auch histologische Untersuchungen ausgeführt, das Material stellte ihm B. Fränkel zur Verfügung, der bei dem Kranken neben der Tabes die Lähmung beider Erweiterer konstatierte. Die histologische Untersuchung zeigte für die Tabes typische Degeneration der Hinterstränge sowie auch eine Degeneration der in die Hinterhörner einstrahlenden hinteren Rückenmarkswurzeln. In der Medulla oblongata setzte sich die Degeneration auf die Gollschen und Burdachschen Stränge fort bis hoch hinauf in die Kerne der letzteren. Die Accessoriuskerne zeigten sich auf der ganzen Strecke von 3 bis 1 Cervikalnerven beiderseits völlig

[1]) Archiv f. Psychiatrie. Bd. XXXII.
[2]) Archiv f. Laryngologie. 1900. Bd. X.
[3]) Archiv f. Laryngologie. 1900. Bd. X.

intakt, gleichfalls die Accessoriuswurzeln. Die dorsalen und ventralen Vaguskerne, sowie die beiderseitigen Hypoglossuskerne liessen keine Anomalie erkennen. Die intracraniellen Accessoriuswurzeln waren beiderseits intakt, dagegen waren die beiderseitigen Vaguswurzeln hochgradig degeneriert, teilweise sogar völlig atrophiert. Was die Kehlkopfmuskulatur betrifft, so waren die beiden Erweiterer fast völlig atrophiert, die Musculi thyreoarytaenoidei interni degeneriert, der rechte in stärkerem Grade.

Diese erwähnten klinischen Beobachtungen und ergänzenden patho-histologischen Befunde stehen in vollem Einklange mit den vergleichend-anatomischen, phylogenetischen und physiologisch-experimentellen Thatsachen, welche jeden Zweifel ausschliessend beweisen, dass der Nervus accessorius in der Innervation der Kehlkopfmuskulatur gar keine Rolle spielt. Aus diesen Erörterungen folgt auch, dass das medullare Centrum der Kehlkopfnerven in den Vaguskernen und dass in den aus der Medulla oblongata austretenden Vaguswurzeln die peripheren Elemente der Kehlkopfnerven enthalten sind. Die physiologischen Verhältnisse der aus dem Vagusstamme entspringenden Kehlkopfnerven werden in den folgenden Kapiteln besprochen.

III. Der obere Kehlkopfnerv (N. laryngeus sup.).

Anfangs dieses Jahrhunderts bestimmten die Bedeutung des oberen Kehlkopfnerven (N. laryngeus superior) die allgemein verbreiteten anatomischen Ansichten. Bei der Beschreibung der anatomischen Verhältnisse haben wir gesehen, dass in dieser Zeit bezüglich Innervation der Kehlkopfmuskeln dem oberen Kehlkopfnerven (N. laryng. sup.) ebenso eine wichtige Rolle zugeschrieben wurde, als dem unteren Kehlkopfnerven (N. laryng. inf.). Demnach war anfangs dieses Jahrhunderts die Lehre von der doppelten Innervation der Kehlkopfmuskeln vorherrschend, dementsprechend gestaltete sich auch die physiologische Auffassung. — So behauptete Magendie[1]), dass der obere Kehlkopfnerv (N. laryng. sup.) die Verengerung der Stimmritze, der untere (N. laryng. inferior) die Erweiterung derselben resultiere. Gegen diesen Satz sprach sich Rudolphi[2]), wie auch Joh. Müller[3]) aus, indem sie annahmen, dass beide Nerven sämtliche Kehlkopfmuskeln innervieren. So sagt Müller[4]) in seinem Buche, dass die Kehlkopfmuskeln infolge der Durchschneidung des unteren Kehlkopfnerven (N. laryng. inf.) nicht vollkommen gelähmt werden; der Ton bleibt zwar aus, jedoch nach einigen Tagen kehrt derselbe wieder zurück, da der obere Kehlkopfnerv zur Geltung kommt. — Longet[5]), dem berühmten Physiologen, gelang es experimentell zu beweisen, dass der innere Zweig des oberen Kehlkopfnerven (Ramus intern. n. laryng. sup.) vollkommen sensibler und bloss der äussere Zweig (Ramus ext. n. laryng. sup.), der den M. cricothyreoideus versieht, motorischer Natur ist. Longet stellte auf Grund seiner Versuche den Satz auf, dass sämtliche Kehlkopfmuskeln mit Ausnahme des M. crico-

---

1) Mémoire sur l'épiglotte. 1813.
2) Grundriss der Physiologie.
3) Physiologie.
4) Idem.
5) Anatomie und Physiologie des Nervensystems. 1849.

thyreoideus durch den unteren Kehlkopfnerven, die Schleimhaut des Kehlkopfes durch den inneren Zweig des oberen Kehlkopfnerven (Ram. int. n. laryng. sup.), der M. cricothyreoideus durch den äusseren Zweig des oberen Kehlkopfnerven (Ram. ext. n. laryng. sup.) versehen wird. Gelegentlich seiner Experimente hatte er sich überzeugt, dass sich der Ton nach Durchschneidung des inneren Astes des oberen Kehlkopfnerven nicht veränderte. Sobald er jedoch den äusseren Zweig des oberen Kehlkopfnerven durchschnitt, ward der Ton sofort rauh, da Lähmung des M. cricothyreoideus erfolgte und hierdurch die Spannung der Stimmbänder beeinträchtigt wurde. Longets Versuche sind seitdem mehrfach bekräftigt worden, demzufolge der Satz, dass der innere Zweig des oberen Kehlkopfnerven bloss aus sensiblen Fasern, der äussere Zweig aus motorischen Fasern bestehe, wohl vom anatomischen wie vom physiologischen Standpunkte zur allgemeinen Gültigkeit erhoben wurde.

In Gegensatz zu dieser These gelangte Exner[1]) auf Grund seiner an Kaninchen und Hunden angestellten Reizungs- und Degenerationsversuche. Exner brachte nämlich die Lehre von der doppelten Innervation neuerdings auf das Tapet. Nach Exner versieht beim Kaninchen den M. cricothyreoideus so der innere, wie auch der äussere Zweig des oberen Kehlkopfnerven, den M. thyreoarytaenoideus versehen beide oberen Kehlkopfnerven; ähnlicherweise bekommt auch der M. cricoarytaenoideus lateralis vom oberen Kehlkopfnerven Fasern, schliesslich werden die Muskelbündel des Kehldeckels (Mm. aryepiglotticus et thyreoepiglotticus) auch durch den oberen Kehlkopfnerven versehen.

Szimanovski[2]) erklärt sich auf Grund von an Hunden angestellten Versuchen sowie Degenerationsexperimenten am entschiedensten gegen die von Exner behauptete Rolle des oberen Kehlkopfnerven in der Innervation der Kehlkopfmuskeln.

Ónodi[3]) erklärte sich auf Grund physiologischer Experimente gegen Exners Behauptungen, da in unzähligen Fällen die Reizung des inneren Zweiges des oberen Kehlkopfnerven seitens der Kehlkopfmuskulatur ohne jedwede Reaktion, beziehungsweise Kontraktion blieb; ferner trat nach unzähligemal angestellter Durchschneidung des inneren Zweiges des oberen

[1]) Die Innervation des Kehlkopfes. Wiener Akademie. 1884.

[2]) Pflügers Archiv f. Physiologie. 1888.

[3]) Akademiai értekekések. 1890.

Kehlkopfnerven in der Bewegung der Stimmbänder keinerlei Abweichung auf.

Mittelst spezieller Versuche (die in einem späteren Kapitel besprochen werden) wurden die Nerven der einzelnen Kehlkopfmuskeln im Zusammenhange mit den unteren Kehlkopfnerven, wie auch besonders zum Gegenstande der Untersuchung gemacht, und auch auf solche Weise erwies sich die Unhaltbarkeit der Exnerschen Behauptung. Scheinbar noch verwirrter machten diese Frage folgende Versuche: Möller[1]) hatte nämlich erfahren, dass, wenn er beim Pferde den oberen Kehlkopfnerven durchschnitt, die Kehlkopfmuskeln der entsprechenden Seite degenerierten. Diese Erscheinung erklärt Möller mittelst einer Hypothese, indem er diese Erscheinung der trophischen Wirkung trophischer Nervenfasern des oberen Kehlkopfnerven zuschreibt. Exner[2]) wiederholte diesen Versuch und fand mittelst des Polonszki-Schindelkaschen Spiegels (Österr. Zeitschrift für Veterinärkunde, III) Unbeweglichkeit des entsprechenden Stimmbandes und des Giesskannenknorpels. Exner geriet in Dilemma, indem er eingesteht, dass er es hier mit einer gewissen paradoxen Erscheinung zu thun hat, da die Durchschneidung eines Nerven Muskellähmung verursacht, und dessen elektrische Reizung keine Muskelkontraktion hervorruft. In diesem Falle sehen wir, dass Exner, der beim Kaninchen und beim Hunde den oberen Kehlkopfnerven eine grössere Bedeutung zuschrieb, hier konstatiert, dass infolge Reizung des oberen Kehlkopfnerven keine Muskelkontraktion auslösbar war. Exner begnügte sich nicht mit der einfachen Registrierung der Erscheinung, dass infolge der Durchschneidung eines Nerven ohne motorische Fasern dennoch Muskellähmung auftrete, sondern bediente sich mit einer Hypothese, in deren Sinne er die Lähmung als Folge einer Inaktivitätsatrophie auffasst.

Breisacher[3]) stellte Kontrolversuche an, indem er bei zwei Pferden den oberen Kehlkopfnerven durchschnitt; er konnte jedoch an den Kehlkopfmuskeln keinerlei Degeneration konstatieren. Auf Grund dieser Versuche erklärte sich Breisacher am entschiedensten gegen Möllers und Exners Resultate.

---

[1]) Das Kehlkopfpfeifen des Pferdes. 1838.
[2]) Centralblatt für Physiologie. 1888—89.
[3]) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1891.

Pineles[1]) untersuchte mikroskopisch die Muskeln des Kehlkopfes in zwei derartigen Fällen, wo er den oberen Kehlkopfnerven durchschnitten und die Unbeweglichkeit des entsprechenden Stimmbandes konstatiert hatte. Die mikroskopische Untersuchung hat erwiesen, dass nach Durchschneidung des oberen Kehlkopfnerven Degeneration der entsprechenden Kehlkopfmuskeln erfolgt, welche allerdings hinsichtlich der Form von der infolge der Durchschneidung eines motorischen Nerven auftretenden Degeneration abweichend war.

Breisacher und Gutzlaff befassten sich unter Munks[2]) persönlicher Kontrolle von neuem mit dieser Frage. Breisacher und Gutzlaff durchschnitten bei drei Pferden den oberen Kehlkopfnerven (N. laryng. sup.) und bei der Untersuchung mittelst Kehlkopfspiegels in der Bewegung des Stimmbandes war keinerlei Abweichung wahrnehmbar. In der hierauf bezüglich der Degeneration angestellten mikroskopischen Untersuchung konnte im Vergleiche mit den normalen Muskeln der anderen Seite keine Abweichung, namentlich keine Degeneration konstatiert werden. Die Degenerationsversuche wurden von Möller in einem Falle sechs Wochen nach der Operation, in einem anderen Falle nach $4^1/_2$ Monaten, von Exner nach $1^1/_2$ Monaten, von Breisacher nach $3^1/_4$—$3^3/_4$ Monaten, von Gutzlaff nach $3^1/_2$ Monaten effektuiert. In den letzteren drei Fällen war trotz der nach der Operation verstrichenen langen Zeit keine Degeneration nachweisbar, ebenso war auch in der Bewegung der entsprechenden Stimmbänder unmittelbar nach der Operation mittelst Kehlkopfspiegels keine Unbeweglichkeit konstatierbar.

Diese bestimmten Thatsachen, welche Munk selbst bekräftigt, machen die Möller- und Exnerschen Theorien als total unverständliche und unseren Kenntnissen gänzlich entgegengesetzte, völlig unhaltbar, so dass wir dieselben einfach übergehend zur Tagesordnung schreiten können. Munk meint, dass in Exners Fällen die unteren Kehlkopfnerven erkrankt waren.

Nach diesen Untersuchungen behält also unsere frühere Auffassung bezüglich der Bedeutung des inneren und äusseren Zweiges des oberen Kehlkopfnerven wieder ihre allgemeine Gültigkeit.

---

[1]) Pflügers Archiv für Physiologie. 1891.

[2]) Archiv für Anatomie und Physiologie. 1891.

Die ganze Reihe der bereits beschriebenen anatomischen und physiologischen Thatsachen steht in völliger Harmonie mit der Unanfechtbarkeit dieses Satzes: Der äussere Zweig des oberen Kehlkopfnerven (Ramus externus n. laryng. sup.) innerviert als bestimmt motorischer Nerv beim Menschen allein den M. cricothyreoideus, hingegen beim Kaninchen und Hund versieht dieser Nerv in Gemeinschaft mit dem im folgenden Kapitel erwähnten mittleren Kehlkopfnerven (N. laryngeus medius) jenen Muskel. Der innere Zweig des oberen Kehlkopfnerven (Ramus internus n. laryngei sup.) ist bestimmt sensibler Natur und versieht die Schleimhaut des Kehlkopfes.

Nothnagel[1]) durchschnitt bei dem Hunde und der Katze die zwei oberen Kehlkopfnerven und fand hierauf den Kehlkopf unempfindlich.

Kots[2]) konnte infolge Reizung des unteren Kehlkopfnerven keinen Husten auslösen, hingegen seitens des oberen Kehlkopfnerven ist ihm dies gelungen.

Kriemer[3]) gelangte zu gleichem Resultate.

Der von Kandaraszki[4]) beschriebene Ramus trachealis n. laryngei sup. versieht mit den Fasern des oberen Kehlkopfnerven (N. laryng. sup.) den oberen Teil der Luftröhre.

Schech[5]) bekräftigt diesen allgemein gültigen Satz.

Wir erwähnen noch, dass H. Aubert und S. Roever[6]) durch ihre Versuche erfahren haben, dass infolge der Reizung des zentralen Stumpfes des oberen Kehlkopfnerven beim Hunde der Blutdruck stieg; hieraus folgerten sie, dass im oberen Kehlkopfnerven auch vasamotorische Fasern enthalten seien. Die physiologische Bedeutung des von Ludwig und Cyon[7]) entdeckten Nervenbündels des Depressors besteht darin, dass infolge der Reizung desselben der Blutdruck sinkt, beim Hunde konstatierte Ónodi diese physiologische Thatsache.

---

[1]) Virchows Archiv, Zur Lehre des Hustens, S. 95.

[2]) Kandaraszki, Archiv für Anatomie und Physiologie. 1881.

[3]) Idem.

[4]) Idem.

[5]) Zeitschrift für Biologie. 1874.

[6]) Pflügers Archiv für Physiologie. 1868.

[7]) Pflügers Archiv für Physiologie. 1868.

IV. Der mittlere Kehlkopfnerv (N. laryngeus medius).

Wir haben bereits erwähnt, dass die Existenz dieses Nerven Exner[1]) ermittelte. Mit den anatomischen Verhältnissen desselben haben wir uns bereits im ersten Kapitel befasst, an dieser Stelle wollen wir bloss die Bedeutung der Resultate der diesbezüglichen physiologischen Untersuchungen zusammenfassen. Exner ermittelte nicht bloss die anatomische Existenz dieses Nerven, sondern auch dessen physiologische Bedeutung.

Gegen diese Thatsache trat Szimanovski[2]) auf. Er durchschnitt den äusseren Zweig des N. laryngeus superior und konstatierte nach zwei bis drei Monaten am Versuchstiere eine auffallende Degeneration des M. cricothyreoideus. Auf Grund dieser Versuche bestreitet er die Existenz eines mittleren Kehlkopfnerven.

Exner[3]) befasst sich in einer neueren Abhandlung mit den Versuchen Szimanovskis und hält seine physiologischen und eigenen anatomischen Versuchsergebnisse neuerdings vollinhaltlich aufrecht.

Die von mir bereits beschriebenen Verhältnisse[4]) habe ich am lebenden Hunde ohne Schwierigkeiten dem Experimente zugänglich gemacht und einen neuerlichen Beweis dafür geliefert, dass diese Nervenfäden an der Leiche sowohl, als auch am lebenden Tiere mit gleicher Exaktheit herauspräpariert werden können. Sowohl den äusseren Zweig des N. laryngeus superior, als auch den vom Rachenaste des N. vagus kommenden Verbindungszweig (N. laryngeus medius) habe ich separat elektrisch gereizt und stets eine entsprechende Kontraktion des M. cricothyreoideus ausgelöst.

---

[1]) Archives de physiol. 1890.
[2]) Pflügers Archiv. 1888.
[3]) Pflügers Archiv. 1888.
[4]) Monatsschrift f. Ohrenheilkunde etc. 1888.

Ausserdem habe ich feine Nadeln in dem M. cricothyreoideus befestigt, welche zur Kontrolle der erwähnten feinen Bewegungen dienten; es konnten sogar mittelst derselben die der Reizung bezeichneter Nerven folgenden Muskelkontraktionen graphisch aufgenommen werden. Dadurch wurde in unzweifelhafter Weise nachgewiesen, dass beim Hund der äussere Zweig des N. laryngeus superior und der vom Rachenzweige des N. vagus kommende Verbindungsast entschieden an der Innervation des M. cricothyreoideus teilnehmen. Der Verbindungszweig wurde bei einem Hunde durchschnitten, das Tier nach zwei Monaten getötet. Bei der Untersuchung stellte es sich heraus, dass der M. cricothyreoideus stark degeneriert war. Der mediale Teil des Muskels reagierte noch auf elektrischen Reiz, was in der Intaktheit des äusseren Zweiges des N. laryngeus superior seine Erklärung findet.

Livon[1]) fand, dass die Durchschneidung des N. laryngeus superior im M. cricothyreoideus keine Veränderung hervorrufe. Dieser Muskel enthält auch von dem dem Rachengeflecht entstammenden Nerven feine Fasern, welche mit dem äusseren Zweige des N. laryngeus superior vor dessen Eintritt in den M. cricothyreoideus in Verbindung treten. Wenn nebst dem N. laryngeus sup. auch dieser Nerv durchschnitten wurde, trat Atrophie und fettige Degeneration des M. cricothyreoideus auf.

Réthi[2]) bestätigt die Ansicht Exners. Auf Reizung des mittleren Kehlkopfnerven trat stets Kontraktion des M. cricothyreoideus ein.

Katzenstein[3]) negiert auf Grund seiner Versuche, bestehend aus Reizung und Durchschneidung des Ramus pharyngeus vagi und Untersuchungen über die Degeneration des Muskels an den nach der Nervendurchschneidung am Leben erhaltenen Tieren, die Existenz des mittleren Kehlkopfnerven im Sinne Exners.

Exner[4]) liess auch diese Arbeit nicht unbeantwortet und berief sich in Virchows Archiv auf die Resultate der bereits erwähnten Autoren und trat mit der grössten Entschiedenheit

---

[1]) Archives de physiol. 1890.
[2]) Wiener Akademie der Wissenschaften. 1891.
[3]) Virchows Archiv. 1892.
[4]) Virchows Archiv. 1893.

für die anatomische und physiologische Bedeutung des von ihm entdeckten Nerven ein.

Auch ich[1]) nahm, bewogen durch die erwähnte Arbeit Katzensteins, meine früheren Versuche an Hunden wieder auf, welche meine älteren Beobachtungen nur bekräftigten.

Katzenstein[2]) befasste sich neuerdings mit dieser Frage und kam zu folgenden Resultaten: Seine anatomischen Resultate haben wir schon erwähnt, diesen entsprechend erzeugte die Durchschneidung und die Reizung des mittleren Pharynxastes im Gebiete des Musc. cricothyreoideus keine Veränderung, wenn der Verbindungszweig zwischen dem mittleren Pharynxaste und dem äusseren Aste des oberen Kehlkopfnerven fehlte. Bei Vorhandensein dieser Verbindung löste beim Hunde in einigen Fällen die Reizung des mittleren Pharynxastes die Kontraktion des Musc. cricothyreoideus aus. Beim Kaninchen erzielt die Reizung des mittleren Pharynxastes die Kontraktion des Musc. cricothyreoideus. Bei der Katze und bei dem Affen war die Reizung desselben Vagusastes ohne Erfolg.

Die erwähnten anatomischen Untersuchungen und die physiologischen Experimente beleuchten die Bedeutung dieses fraglichen Nervenbündels in genügender Weise. Schon bei den anatomischen Erörterungen haben wir unserer Ansicht Ausdruck gegeben, dass die Bezeichnung der mittleren Kehlkopfnerven fallen gelassen werde, weil eine präcise ständige morphologische Erscheinung nicht existiert. Wir betonen gleichzeitig, dass den beschriebenen Formverhältnissen entsprechend nach dem Gesagten die physiologische Bedeutung dieses Faserbündels keinem Zweifel unterliegt. Die zum Musc. cricothyreoideus gehenden und ursprünglich im äusseren Aste des oberen Kehlkopfnerven enthaltenen Nervenfasern können sich beim Kaninchen und Hunde in abnormaler Weise ausscheiden und durch Vermittlung des Ram. pharyng. nervi vagi direkt, oder in Form anomaler Verbindungen zum Musculus cricothyreoideus, oder in die Bahn des äusseren Astes des oberen Kehlkopfnerven gelangen. Mit der Konstatierung dieser Thatsachen und mit dem Fallenlassen der störenden und unmotivierten Bezeichnung des mittleren Kehlkopfnerven, bleibt das anatomische Verhältnis und die physiologische Bestimmung in den bezeichneten Bahnen aufrecht erhalten.

[1]) Berliner klinische Wochenschrift. 1892.

[2]) Virchows Archiv. 1894.

V. Der untere Kehlkopfnerv (N. laryngeus inf.).

Wir haben bereits erwähnt, dass anfangs dieses Jahrhunderts die allgemein giltigen anatomischen Verhältnisse auch auf die physiologische Bedeutung der unteren Kehlkopfnerven einen bestimmten Einfluss ausübten. So schrieb Magendie[1]) die Erweiterung der Stimmritze der Funktion des unteren Kehlkopfnerven zu, hingegen Müller[2]) und andere Forscher liessen so den oberen wie den unteren Kehlkopfnerven betreffs der Innervation der Kehlkopfmuskeln gleiche Bedeutung zukommen.

Longet[3]), der berühmte Physiolog, stellte auf Grund seiner gründlichen Untersuchungen den richtigen und der Wirklichkeit entsprechenden Lehrsatz auf, welcher seit damals bis zur neuesten Zeit auch allgemein angenommen wurde. Im Sinne dieses Lehrsatzes versieht nämlich der untere Kehlkopfnerv mit Ausnahme des M. cricothyreoideus sämtliche Kehlkopfmuskeln.

Dieser Lehrsatz wurde sowohl auf Grund anatomischer, wie auch physiologischer Untersuchungen allgemein angenommen, bloss in neuerer Zeit trat Exner[4]) mit seiner Lehre von der doppelten Innervation gegen diesen allgemeinen physiologischen Lehrsatz auf. Wie wir gelegentlich der Besprechung des oberen Kehlkopfnerven bereits erwähnt haben, gab Exner bezüglich der Innervation der Kehlkopfmuskeln ein überaus verwickeltes Bild, indem er beiden Kehlkopfnerven eine Rolle zuschreibt. Wir wollen in Kürze die Resultate der doppelten Innervation aufzählen: Nach Exner versieht nämlich den M. cricothyreoideus der äussere und innere Zweig des oberen Kehlkopfnerven, ausserdem auch der mittlere Kehlkopfnerv, beim Kaninchen, beim Hunde der äussere Zweig des oberen Kehlkopfnerven und der mittlere Kehlkopfnerv, beim Menschen ähnlicherweise. Zum M.

[1]) Berliner klinische Wochenschrift. 1892.

[2]) Idem.

[3]) Idem.

[4]) I. m.

thyreoarytaenoideus externus begeben sich ausschliesslich Zweige des unteren Kehlkopfnerven, zum M. thyreoarytaenoideus internus gelangen in gleichem Anteile Fasern von beiden oberen Kehlkopfnerven, ausserdem von beiden gleichseitigen unteren Kehlkopfnerven. Den M. cricoarytaenoideus lateralis versehen in wechselndem Anteile der obere und der untere Kehlkopfnerv. Der M. arytaenoideus transversus bekommt von beiden unteren Kehlkopfnerven Fasern. Zu den Muskeln des Kehlkopfdeckels begiebt sich je ein Zweig der oberen Kehlkopfnerven. Die Kehlkopfschleimhaut versehen beide Kehlkopfnerven, ferner der äussere Zweig des oberen Kehlkopfnerven und der mittlere Kehlkopfnerv.

Die im ersten Teil ausführlich dargestellten anatomischen Untersuchungen stehen mit dieser Art der Innervation in allerschärfstem Gegensatz. Wie wir erwähnten, haben unsere diesbezüglichen physiologischen Versuche, jeden Zweifel ausschliessend, nachgewiesen, dass der obere Kehlkopfnerv bestimmt sensibler Natur ist, und dass bloss dessen äusserer Zweig den Musc. cricothyreoideus innerviert, daher der innere Zweig mit der Innervation der Kehlkopfmuskeln gar nichts gemein hat, diese Muskeln versieht ausschliesslich der untere Kehlkopfnerv. Meine Versuche beschränkten sich anfangs auf den ganzen Stamm des unteren Kehlkopfnerven, später machte ich — wie ich dies in einem folgenden Kapitel ausführlich beschreibe — beim lebenden Tiere sämtliche Muskelzweige des unteren Kehlkopfnerven einzeln und separiert zum Gegenstand der Untersuchung. Ich will vor der Detaillierung der Versuche diejenigen Thatsachen erwähnen, welche Exners doppelte Innervation unhaltbar machen, nämlich: 1. die klinische Erfahrung; 2. die anatomischen Verhältnisse; 3. die physiologischen Versuche. Diese Erfahrungen stehen in unausgleichbarem Gegensatze zu dem von Exner aufgestellten Lehrsatze, den wir ebenso mit Bezug auf den Hund wie auf den Menschen als den Thatsachen nicht entsprechend bezeichnen müssen.

Man befasste sich auch mit der Frage, ob in dem Stamme des unteren Kehlkopfnerven sensible Fasern, centripetale Fasern enthalten sind. Nach Valentin[1]) innerviert der untere Kehlkopfnerv nicht nur einen Teil der Schleimhaut des Kehlkopfes und der Luftröhre, sondern enthält auch motorische und sensible

[1]) Lehrbuch der Physiologie. 1847.

Fasern für den Ösophagus. Burkart[1]) beobachtete beim Kaninchen auf Reizung des zentralen Stumpfes des Nervus laryngeus inf. die Verminderung der Zahl der Atmungen, bei starken Strömen die Aufhebung der Atmung im Exspirium. Waller und Prevost[2]) sahen in einem Falle bei Reizung des unteren Kehlkopfnerven Schluckbewegungen. Rosenthal[3]) leugnet in einer älteren Arbeit die Existenz der centripetalen Fasern im unteren Kehlkopfnerven. In einer späteren Arbeit[4]) nimmt er das Vorhandensein sensibler Fasern an, beim Kaninchen übt die Reizung des unteren Kehlkopfnerven dieselbe Wirkung auf das Diaphragma aus wie die Reizung des oberen Kehlkopfnerven. Die atmunghemmenden centripetalen Fasern verlassen den Stamm des unteren Kehlkopfnerven in verschiedener Höhe, und so kann es geschehen, dass vom oberen Teile des unteren Kehlkopfnerven gar keine oder nur eine schwache Wirkung ausgelöst werden kann.

Krause[5]) untersuchte bei Kaninchen, Katze und Hund in dieser Richtung den unteren Kehlkopfnerven und überzeugte sich in neun Fällen sechsmal von der Existenz der centripetalen Fasern. Die negativen Resultate erklärt er mit dem verschieden hohen Ursprung der für die Luftröhre und Ösophagus bestimmten sensiblen Nervenfasern. Die Reizung des zentralen Nervenstumpfes löst nicht nur schwächere und langsamere Atmungen und Stillstand der Atmung, sondern auch schwache Schluckbewegungen aus, ferner gleichzeitig die Verengerung der Stimmritze, die Adduktion der Stimmbänder. Es erfolgt die Medianstellung der Stimmbänder. Es erfolgt die Medianstellung des Stimmbandes, sogar die Annäherung und Berührung des in Kadaverstellung sich befindenden Stimmbandes.

Semon und Horsley[6]) leugnen die Existenz der centripetalen Fasern im unteren Kehlkopfnerven auf Grund bei verschiedenen Tieren mit verschieden starken Reizungen ausgeführten Experimenten. Semon[7]) behält auch später seine

---

[1]) Pflügers Archiv f. Physiologie. 1868.

[2]) Archiv f. Physiologie. 1870.

[3]) Die Atembewegungen u. ihre Beziehungen zum Vagus. Berlin 1862.

[4]) Bemerkungen über die Thätigkeit der automotorischen Centren. Erlangen 1875.

[5]) Versammlung deutscher Naturforscher in Heidelberg. 1889.

[6]) Deutsche medic. Wochenschrift. 1890.

[7]) Handbuch der Laryngologie von Heymann. 1806.

Ansicht aufrecht. Entschieden schliesst die centripetale Leitung Burger[1]) aus, er reizte bei dem Hunde, der Katze und Kaninchen den zentralen Stumpf des unteren Kehlkopfnerven und konnte keine Wirkung erzielen weder auf die Atmung noch auf die Bewegung des entgegengesetzten Stimmbandes. Sowohl Semon als Burger machen aufmerksam auf die Stromschleifen, welche zu experimentellen Fehlern führen können. Burkart[2]) erblickt die Ursache der widersprechenden Angaben in der Differenz der Tiefe der Narkotisierung. Hooper Franklin[3]) sah bei Reizung des zentralen Stumpfes des unteren Kehlkopfnerven in dem Blutdruck keine Veränderung, und deshalb schliesst er bei Hunden und Katzen die centripetale Leitung aus. Ähnliche Resultate erhielt auch Grossmann[4]), auf Reizungen blieb der Blutdruck unverändert. Er betrachtet den unteren Kehlkopfnerven für einen motorischen Nerven, welcher keine sensible Fasern enthält. Auch Luc[5]) schliesst die centripetale Leitung aus. Masini[6]) konstatiert auf Grund seiner Experimente die Existenz der sensiblen Fasern. Ebenso Lüscher[7]), der beim Kaninchen auf Reizung des peripheren Stumpfes die Kontraktion des Ösophagus, auf Reizung des zentralen Stumpfes öfters Schluckbewegungen beobachtete. Wir haben auch mehrere Versuche ausgeführt, aber in keinem Falle konnten wir konstatieren, dass die Reizung des zentralen Stumpfes Schluckbewegungen oder Medianstellung des entgegengesetzten Stimmbandes resultiert hätte.

Réthi[8]) bekräftigt in seiner Arbeit die Existenz der sensiblen Fasern. Bei seinen Experimenten, wenn er den oberen Teil des unteren Kehlkopfnerven reizte, beobachtete er in der Atmung und im Blutdruck Veränderungen, während diese wegblieben, wenn der Nervenstamm in der Mitte oder unten gereizt wurde. Dasselbe Resultat erreichte er, wenn vorher die Ansa Galeni und der obere Kehlkopfnerv durchschnitten wurde, hingegen aber, wenn er den zentralen Stumpf des hoch durch-

---

[1]) Berliner klinische Wochenschrift. 1892.
[2]) Berliner klinische Wochenschrift. 1892.
[3]) N.-Y. med. Journal. 1887.
[4]) Zeitschrift f. klin. Medizin. Bd. XXXII.
[5]) Les neuropathies laryngées. Paris 1892.
[6]) Intern. Centralbl. f. Laryng. 1893.
[7]) Zeitschr. f. Biologie. Bd. XXXV. Neue Folge. Bd. XVII.
[8]) Wiener Akad. 1898, Wiener med. Presse 1898.

schnittenen unteren Kehlkopfnerven reizte, so sah er Schluckbewegungen, Veränderung in der Atmung und die Näherung des entgegengesetzten Stimmbandes.

Unsere Untersuchungen, welche sich im anatomischen Teile ausführlich mit den den Stamm des unteren Kehlkopfnerven bildenden Elementen befassen, lassen in anatomischer Hinsicht keinen Zweifel darüber, dass im unteren Kehlkopfnerven Fasern vom verschiedensten Ursprung und Charakter enthalten sind. Wir haben gesehen, ausser den zur Luftröhre und zur Speiseröhre gehenden Nervenzweigen, im Gebiete des Kehlkopfes die doppelte Verbindung durch die bekannte Ansa Galeni und die von uns im Gebiete des Musculus arytaenoideus transversus beschriebenen feinen Fäden mit dem oberen Kehlkopfnerven, ausserdem die innige Verbindung der isolierten phonatorischen, besonders respiratorischen Faserbündel mit dem Sympathicus und den Rami cardiaci. Auf Grund dieser Verbindungen ist es sicher, dass im Stamme des unteren Kehlkopfnerven ausser den motorischen Fasern sensible und andere Bestimmung besitzende Fasern enthalten sind. Jene Äusserung, welche in unseren Aufsätzen vorkommt, dass die Kehlkopfschleimhaut vom inneren Aste des oberen Kehlkopfnerven und zum Teil vom unteren Kehlkopfnerven versorgt wird, beruht auf jenen von uns beschriebenen Verbindungen, welche zwischen den Schleimhautzweigen des oberen Kehlkopfnerven und für den Musculus arytaenoideus transversus bestimmten Recurrenszweig bestehen. Ob in diesen Verbindungen die recurrenten Fasern der Ansa Galeni oder die sensiblen Fasern des unteren Kehlkopfnerven oder aber alle beide enthalten sind, das konnte bisher weder anatomisch noch physiologisch konstatiert werden.

VI. Die Muskelzweige des unteren Kehlkopfnerven.

Grützner[1]) hat beobachtet, dass bei schwacher Reizung des Vagus die Verengerer der Stimmritze sich früher zusammenziehen, als die Erweiterer; bei starker Reizung und bei ermüdetem Organe ist das Verhältnis umgekehrt. Szimanovski[2]) hat bei Katzen und Hunden beobachtet, dass auf schwache Reizung des Vagus die Stimmritze sich schloss, und bei stärkerer Reizung sich erweiterte. Bowditsch[3]) behauptet, dass unter normalen Verhältnissen die entgegengesetzte Wirkung der starken und schwachen Ströme nicht eintrete. Donaldson[4]) lässt die Erweiterung oder den Schluss der Stimmritze von der Stärke des Reizes abhängen, auf schwachen Strom folgt Erweiterung, auf starken Strom Schluss. Hooper[5]) hat bei Reizung des Recurrens an Hunden Schluss der Stimmritze erhalten. Starke oder rasch aufeinanderfolgende Reize bewirken immer den Schluss, schwache, langsam aufeinanderfolgende Reize resultieren Erweiterung.

Aus unseren unter normalen Verhältnissen und an nicht narkotisierten Hunden durchführten Versuchen erwähnen wir folgende:

Bei einem Hunde resultiert die Reizung (30 cm II) des linken unteren Kehlkopfnerven die starke Verengerung der Stimmritze und die starke Kontraktion der Verengerermuskeln derselben Seite; dieselbe Reizung des rechten Recurrens erzielt die starke Erweiterung der Stimmritze, die starke Abduktion

---

1) Hoffmann-Schwalbe, Jahresbericht etc. 1884. II. Tl.

2) Intern. Centralblatt für Laryngologie etc. 1886.

3) Hirsch-Virchow, Jahresbericht etc. 1888.

4) Hirsch-Virchow, Jahresbericht etc. 1888.

5) Idem. — Centralbl. f. Physiologie. 1888. — Hoffmann-Schwalbe, Jahresbericht etc. 1888. — Intern. Centralbl. f. Laryngologie. 1889.

des betreffenden Stimmbandes. Bei einem anderen Tiere ging auf dieselbe Reizung des einen Recurrens das entsprechende Stimmband von der Mittellinie stark nach aussen. In einem anderen Falle näherte sich auf stärkere Reizung (15 cm II) des einen Recurrens das entsprechende Stimmband. Dieselbe starke Reizung beider unteren Kehlkopfnerven führt zum Schluss der Stimmritze. Bei einem anderen Hunde erzielte schwächere Reizung (25 cm II) der unteren Kehlkopfnerven ebenfalls den starken Schluss der Stimmritze. Bei einem Hunde erfolgt auf stärkere Reizung (15 cm II) der Recurrentes die Verengerung der Stimmritze in ihrem vorderen Drittel, auf Reizung des einen Recurrens nähert sich auch nur der vordere Teil des entsprechenden Stimmbandes. Sonst giebt das Tier reine hohe Töne, die Stimmbänder bewegen sich gut bei der Inspiration und Phonation. In einem Falle nähert sich auf Reizung (20 cm II) des linken Recurrens das entsprechende Stimmband. Auf Reizung (25 cm II) beider Recurrentes nähern sich rasch die Stimmbänder und gehen im nächsten Moment bei der Inspiration wieder auseinander wie im ruhenden Zustande. Bei stärkerem Strom (15 cm II) verengert sich stärker die Stimmritze, auf noch stärkere Reizung (10 cm II) schliesst sich ganz die Stimmritze.

Die Experimente zeigen, dass schwache und starke Reizungen meistens zum Schluss der Stimmritze führen; aber in einzelnen Fällen können schwache sowie starke Ströme die Stimmritze öffnen und schliessen. Donaldson hat behauptet, dass schwache Reize die Stimmritze öffnen, starke dagegen dieselbe schliessen. Wir haben gesehen, dass verschiedene Stromstärken gleiche Wirkungen auslösen können, im Einklang mit den Behauptungen von Bowditsch und Hooper. Von einer allgemeinen Giltigkeit derselben kann jedoch nicht die Rede sein, da wir einmal im Sinne Donaldsons auf schwache Reizung nur die Öffnung der Stimmritze beobachteten. Andererseits spricht unsere Beobachtung, nach welcher schwacher Reiz auf der einen Seite die Erweiterung der Stimmritze, dagegen derselbe Reiz auf der anderen Seite Schluss erzeugt, aufs eklatanteste gegen den Donaldsonschen Satz. Mit den erwähnten Behauptungen steht ausserdem unser Fall in schroffem Gegensatze, wo während des Einwirkens starker Ströme der Schluss und das Öffnen der Stimmritze abwechselnd eingetreten ist.

Katzenstein[1]) fand bei seinen neueren Untersuchungen, dass dasselbe Verhältnis, welches er bei Katzen und Hunden in Bezug der Rindencentren konstatiert hat, auch bei den peripheren motorischen Nerven, bei den unteren Kehlkopfnerven besteht, nämlich beim Hunde überwiegen die Verengerer, bei der Katze die Erweiterer. Beim Hunde kommen auf Reizung des unteren Kehlkopfnerven oder seines centralen Stumpfes die Verengerer der Stimmritze zur Geltung, aber in einem Falle beobachtete er dennoch auf schwache Reizung des Recurrens, die Erweiterung der Stimmritze. Bei der Katze erfolgt auf schwache Reizung des Recurrens, sowie auf schwache und starke Reizung seines centralen Stumpfes die Abduktion der Stimmbänder.

Was die Wirkung des Äthers und Chloroforms anbelangt, so ist diese Frage von Hooper[2]) aufs Tapet gebracht worden. Wenn er in tiefer Äthernarkose den Recurrens reizte, so kam die Wirkung der Erweiterer zur Geltung, in schwacher Narkose umgekehrt. Ferner haben Versuche gezeigt, dass die Erweiterer schädlichen Einflüssen mehr widerstehen, als die Verengerer, welchen Umstand Hooper mit der vitalen Wichtigkeit der Erweiterung der Stimmritze in Zusammenhang bringt. Hooper nimmt also gegen den Umstand, als würden die Nervenfasern der Erweiterer zur Erkrankung mehr Disposition besitzen, Stellung ein.

Nach Donaldson[3]) hörte die Funktion der Verengerer in tiefer Narkose nicht auf, ungeachtet auf die Stärke der Narkose resultieren schwache Ströme Erweiterung, starke dagegen Verengerung der Stimmritze, und zwar unabhänig von der Narkose. Nach Donaldson hängt das Resultat — im Gegensatze zu Hooper — nicht von der Äthernarkose, sondern von der Stärke des Reizes ab. Semon und Horsley[4]) bekräftigen Hoopers Resultate; beim Hunde erweitert sich nämlich zufolge elektrischer Reizung in tiefer Äthernarkose die Stimmritze, hingegen in schwacher Narkose schliesst sich dieselbe.

---

[1]) L. c.

[2]) Hirsch-Virchow, Jahresberichte. 1888. — Centralblatt f. Physiologie. 1888. — Hoffmann-Schwalbe, Jahresberichte etc. 1888. — Intern. Centralblatt f. Laryngologie. 1889.

[3]) Hirsch-Virchow, Jahresberichte. 1888.

[4]) Idem.

Die Ursache der Erweiterung der Stimmritze, welche zufolge der Reizung des Nervus recurrens in der Äthernarkose eintritt, schreiben die Verfasser nicht der auf die Verengerer ausgeübten eigenartigen Wirkung des Äthers, sondern jener Thatsache zu, dass die Erweiterer ihre Erregbarkeit viel leichter einbüssen. An Katzen beobachtete Verfasser bei jedem Grade der Narkose oft Erweiterung der Stimmritze. Nach Bowditsch resultiert beim Hunde in tiefer Äthernarkose die Reizung des Recurrens Erweiterung, bei unvollständiger Narkose verursacht schwacher Strom Erweiterung, starker Verengerung der Stimmritze; zur Erreichung dieser Verengerung ist jedoch mit der Zunahme der Tiefe der Narkose die Steigerung des Reizes notwendig.

Donaldson bekräftigt seine früheren Versuche neuerdings, nach welchen die Erweiterung der Stimmritze auch ohne Äthernarkose erreichbar sei.

Nach den wiederholten Versuchen von Hooper resultiert bei mässigen Ätherdosen schwache Reizung Erweiterung, stärkere abwechselnd Erweiterung und Verengerung, noch stärkere bloss Verengerung. Je grösser die Ätherdosis ist, ist ein um so grösserer Reiz zur abwechselnden Erweiterung und Verengerung oder zur alleinigen Verengerung notwendig. Bei vollkommener Äthernarkose erfolgt im allgemeinen bloss Erweiterung. Nach Ablauf der Narkose ist Erweiterung gar nicht erreichbar, jedoch an Intensität abnehmende Ströme verursachen Schliessung der Stimmritze. Die Wirkung der von Donaldson beschriebenen schwachen Ströme konnte Verfasser nicht beobachten.

Aus unseren diesbezüglichen Versuchen erwähnen wir folgende:

Bei einem grossen Hunde wurde die Chloroformnarkose allmählich bis zum Eintritte des Todes durchgeführt. Auf Reizung (25 cm II) des Recurrens war keine Reaktion, auf stärkere Reize (15, 10 cm II) kontrahieren sich die Verengerer. Zwei Minuten nach dem Tode war nur die Verengerung der Stimmritze zu erzielen. Nach drei Minuten ergab die Reizung (10 cm II) des Recurrens die Erweiterung der Stimmritze zum erstenmal während der Dauer des Experimentes. Nach vier Minuten erfolgt auf Reizung die Verengerung der Stimmritze und gleich darauf die Erweiterung, und von da an resultiert jede Reizung nur Erweiterung der Stimmritze. Fünfzehn Minuten nach dem Tode ist die Reizung des Recurrentes erfolglos.

Bei einem mit Chloroform getöteten Hunde wurden die Recurrentes elektrisch gereizt und die Wirkung zeigte sich der Stromstärke entsprechend in der Verengerung und Schluss der Stimmritze, eine halbe Stunde nach dem Tode war dieselbe Wirkung bei stärkeren Strömen zu erzielen, nach einer Stunde schwand jede Reaktion.

Bei einem anderen Hunde, nach Chloroformtod, sahen wir dieselben Erscheinungen. Fünfunddreissig Minuten nach dem Tode reagieren die unteren Kehlkopfnerven auf die stärksten Ströme nicht mehr.

Dasselbe Resultat hatten wir bei einem Hunde, welcher mit Injektionen von Jervinalkaloid (0 . 10) und Morphium (0 . 50) getötet wurde. Aber schon eine Viertelstunde nach dem Tode war die Reizung der Recurrentes erfolglos.

Bei einem Hunde bis zum Eintritt der Äthernarkose schliesst sich stark auf Reizung (40 cm II) die Stimmritze. Beim Eintritt der Narkose resultiert die Reizung Verengerung und Schluss der Stimmritze, dasselbe Resultat bei tiefer Narkose und nach erfolgtem Tode.

In einem anderen Falle nach Äthertod erzielt die Reizung der Recurrentes entsprechend der Stromstärke Verengerung und Schluss der Stimmritze. Fünfunddreissig Minuten nach dem Tode ist keine Reaktion mehr vorhanden.

Bei den erwähnten Versuchen, als die Reizbarkeit der unteren Kehlkopfnerven aufhörte, bildeten die Kehlkopfmuskeln den Gegenstand der Experimente, worüber später die Rede sein wird.

Wenn wir die erwähnten litterarischen Angaben mit unseren experimentellen Ergebnissen vergleichen, so können wir behaupten, dass während der mit Äther oder Chloroform durchgeführten Narkose bis zum Eintritt des Todes die die unteren Kehlkopfnerven berührenden schwachen und starken elektrischen Reize den Schluss der Stimmritze bewirken. Nach Äthertod führt die Reizung der Recurrentes zum Schluss der Stimmritze. Nach Chloroformtod resultierte in einem Falle die Reizung des Recurrens die Erweiterung der Stimmritze, sonst deren Schluss. An dem mit Chloroform oder Äther getöteten Tieren entfernten Kehlkopfe verlieren die unteren Kehlkopfnerven ihre elektrische Reizbarkeit früher als die Kehlkopfmuskeln. Entsprechend der Grösse des Zeitraumes bis zum Verlust der Reizbarkeit der

Nervenstämme sind immer stärkere Reize zum vollkommenen Schluss der Stimmritze nothwendig.

Wir haben ausführliche Experimente mit den isolierten Endzweigen des unteren Kehlkopfnerven mittelst unserer experimentellen Methode ausgeführt.

Der erste Längsschnitt wird in der Kehlkopfregion angelegt, hierauf werden die beiden Mm. sternothyreoidei durchschnitten, wodurch der Raum zwischen Schildknorpel und Zungenbein freigemacht werden kann. Hierauf wird der Kehlkopf mittelst eines durch die Kehldeckelwurzel durchgezogenen Fadens beiseite gezogen, vorher wird der M. thyreohyoideus herausgeschnitten und hierauf die sich an der Schildknorpelplatte inserierenden Bündel des Musculus constrictor pharyngis losgelöst. Nachdem dies geschehen ist, können behufs Raumgewinnung einzelne Teile des oberen hinteren Schildknorpelrandes entfernt werden. Wenn nun die Rachenschleimhaut von den Kehlkopfmuskeln auch abgehoben worden ist, dann ist es unser Bestreben, den Recurrens freizulegen, denselben im Verlaufe zu verfolgen und einzelne Zweige desselben getrennt ganz zu isolieren. Zuerst legen wir den ganzen Nervenstamm in eine Schlinge, dann suchen wir den weiteren Verlauf des Nervenstammes an jenem Punkte, wo sich derselbe mit dem Musculus cricoarytaenoideus lateralis kreuzt und legen am vorderen Rande dieses Muskels die Schlinge an. So gelingt es, den vorderen Nerven vom Stamme zu sondern, dann gelingt es leicht, entweder den erwähnten, zum Musculus cricoarytaenoideus lateralis ziehenden Nerven allein, oder zugleich mit den zum Musculus arytaenoideus transversus ziehenden Nerven in eine Schlinge zu legen und zu isolieren; hierauf bleibt noch der Stamm des Recurrens zurück, der nur noch die zum Musculus cricoarytaenoideus posticus ziehenden Nervenfasern enthält. Nachdem es gelungen ist, die einzelnen Nervenbündel so zu isolieren, eröffnen wir die Höhle des Rachens und des Kehlkopfes; den Kehldeckel entfernen wir mittelst eines an der Wurzel befestigten Fadens und verhindern hierdurch die Aspiration des im Kehlkopfe sich ansammelnden Blutes. Nach Stillung der Blutung wird es ermöglicht, die verschiedenartigsten und feinsten Versuche bei reiner Kontrolle anzustellen.

Unseren diesbezüglichen Experimenten entnehmen wir folgendes:

An einem nach dem Tode entfernten Kehlkopfe bildeten

die isolierten Nerven der einzelnen Muskeln den Gegenstand der Untersuchung. Zehn Minuten nach dem Tode ruft die elektrische Reizung des ersten Nervenbündels keine Reaktion hervor, die verschiedenen Reizungen (20, 15, 10, 5 cm II) sind erfolglos, während die Reizung des zweiten und dritten Nervenbündels die Verengerung der Stimmritze erwirkt. Zweiunddreissig Minuten nach dem Tode erzielt die Reizung (15 cm II) des dritten Nervenbündels vorne eine starke Kontraktion. Die Untersuchung der Endigungen der isolierten Zweige zeigte, dass das erste Nervenbündel zum Musculus cricoarytaenoideus posticus, das zweite und das dritte Nervenbündel zu den oben erwähnten Verengerermuskeln führte.

An einem anderen nach dem Tode entfernten Kehlkopf wurde der linke Recurrens in drei Bündel geteilt. Dreiundzwanzig Minuten nach dem Tode erzielt die Reizung (25 cm II) des ersten Nervenbündels eine schwache Erweiterung der Stimmritze, auf Reizung des zweiten Nervenbündels wird rückwärts, auf Reizung des dritten Nervenbündels wird vorne eine Kontraktion ausgelöst, mit dem entsprechenden Schluss der Stimmritze. Sechsundzwanzig Minuten nach dem Tode bewirkt die Reizung (20 cm II) des ersten Nervenbündels die schwache Kontraktion des Erweiterermuskels, die Reizung des zweiten und dritten Nervenbündels hat das erwähnte Resultat. Achtundzwanzig Minuten nach dem Tode erwirkt eine stärkere Reizung (15 cm II) des ersten Nervenbündels keine Reaktion; auf derselben Reizung des zweiten und des dritten Nervenbündels erfolgen rückwärts und vorne die erwähnten Kontraktionen mit der entsprechenden Verengerung der Stimmritze. Neunundzwanzig Minuten nach dem Tode ist die Reizung des ersten Nervenbündels mit den allerstärksten Strömen erfolglos, während auf Reizung des zweiten und des dritten Nervenbündels die bezeichneten Erscheinungen folgen. Bei einem getöteten Hunde wurde der rechte Recurrens in drei Bündel geteilt. Dreizehn Minuten nach dem Tode bewirkt die Reizung (30 cm II) der drei Nervenbündel die entsprechende Reaktion, am stärksten beim dritten Nerv. Siebzehn Minuten nach dem Tode erzielt dieselbe Reizung des ersten Nervenbündels keine Reaktion mehr und auch später ist mit stärkeren Strömen keine Reaktion mehr auslösbar. Achtundzwanzig Minuten nach dem Tode reagieren die anderen Nervenbündel auch nicht mehr, da die Nervenenden

mit konzentrierter Salzsäure berührt worden sind. Vierundvierzig Minuten nach dem Tode wurde das untere Drittel des linken Recurrens mit konzentrierter Salzsäure berührt und die Endzweige wurden isoliert. Auf Reizung (20 cm II) aller drei Nervenbündel folgt schwache Reaktion. Fünfundvierzig Minuten nach dem Tode ist die Reizung (15 cm II) des ersten Nervenbündels erfolglos. Siebenundvierzig Minuten nach dem Tode hat d. Reizung (10 cm II) des ersten und zweiten Nervenbündels kein Resultat. Vierundfünfzig Minuten nach dem Tode hört auch die Reaktion des dritten Nervenbündels auf. Das Versuchspräparat illustriert Fig. 51.

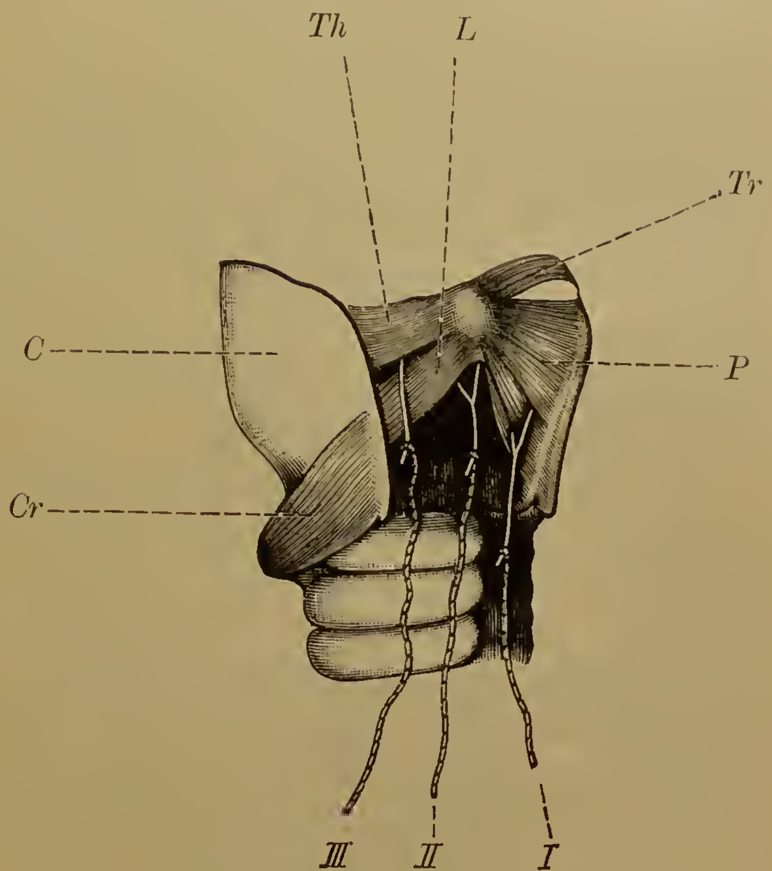


Fig. 51.
Hund: Die Zweige des Recurrens sind isoliert. *I* Nerv zum Musculus cricoarytaenoideus posticus *(P)*, *II* Nerv zum Musculus cricoarytaenoideus lateralis *(L)* und zum Musc. arytaenoideus transversus *(Tr)*, *III* Nerv zum Musculus thyreoarytaenoideus *(Th)*, *C* Schildknorpel, *Cr* Musculus cricothyreoideus.

Bei einem lebenden Hunde wurde der rechte Recurrens in seine drei Endzweige geteilt. Die Reizung (30 cm II) des ersten Nervenbündels erzeugt kleine Erweiterung der Stimmritze, erneuerte Reizung ist erfolglos, auf stärkere Reizung (25 cm II) folgt stärkere Erweiterung der Stimmritze. Elf Minuten nach Eröffnung des Kehlkopfes wird das erste Nervenbündel ohne Erfolg gereizt (30 cm II), auf stärkere Reizung (25 cm II) erfolgt Erweiterung der Stimmritze. Die Reizung des zweiten und dritten Nervenbündels bewirkt die entsprechende Verengerung der Stimmritze. Nach einundzwanzig Minuten dasselbe Resultat. Nach sechsundzwanzig Minuten löst das erste Nervenbündel eine zuckende Erweiterung, das zweite und dritte Nervenbündel

einen Schluss der Stimmritze aus. Nach dreissig Minuten erfolgt auf Reizung (35, 30 cm II) des ersten Nervenbündels keine Reaktion. Nach vierzig Minuten bewirkt eine stärkere Reizung (25 cm II) des ersten Nervenbündels die Erweiterung der Stimmritze, und die stärkere Reaktion des zweiten und des dritten Nervenbündels. Nachher wurden die Nervenenden mit 25 % Essigsäure berührt. Nach siebenundfünfzig Minuten ist die Reizung (10 cm II) des ersten Nervenbündels erfolglos, das zweite und dritte Nervenbündel reagieren stark. Noch stärkere Reizung (5 cm II) des ersten Nervenbündels löst während der Zeitdauer von dreissig und von siebzehn Minuten einzelne zuckende Erweiterungen aus, während das zweite und das dritte Nervenbündel sofort reagieren.

Bei einem anderen lebenden Hunde wurde der Kehlkopf geöffnet und der rechte Recurrens in seine drei Endzweige geteilt. Die Reizung der einzelnen Zweige hat die entsprechende Wirkung. Die Nervenenden werden mit konzentrierter Salzsäure berührt. Eine stärkere Reizung (20 cm II) des ersten Nervenbündels ist erfolglos, die des zweiten Nervenbündels bewirkt eine Zuckung, die des dritten Nervenbündels eine Kontraktion. Von da an wirken die starken Ströme (15, 10, 5 cm II) nur auf das dritte Nervenbündel. Der stärkste Strom (0 cm II) löst bei Berührung des dritten Nervenbündels stärkere Zuckungen, des zweiten Nervenbündels nur ein, zwei Zuckungen, des ersten Nervenbündels keine Reaktion aus.

An einem Kehlkopfe wurde der Recurrens in fünf Zweige isoliert, wie es die Fig. 52 zeigt. Die Reizung des ersten und zweiten Nervenbündels bewirkt die Erweiterung der Stimmritze; auf Reizung des dritten Nervenbündels verengert sich rückwärts die Stimmritze stark, bei Berührung des vierten Nervenbündels nähert sich das ganze Stimmband, beim fünften Nervenbündel nähert sich nur vorne das Stimmband.

Bei einem anderen Kehlkopfe ist der Recurrens in drei Zweige geteilt. Eine Viertelstunde nach dem Tode ist die starke Reizung (10 cm II) des ersten Nervenbündels erfolglos, die des zweiten Nervenbündels bewirkt Schluss der Stimmritze und die des dritten Nervenbündels vorne krampfhaften Schluss der Stimmritze. Die stärkere Reizung (5 cm II) des ersten Nervenbündels bewirkt die Erweiterung der Stimmritze.

Aus der grossen Zahl der bei lebenden und getöteten

Hunden durchgeführten Experimente haben wir nur die erwähnten berührt, aber ausser diesen haben wir Untersuchungen beim Rind, Schwein und Schaf gemacht. Die beim Hunde gefundene Thatsache, dass die isolierten Erweitererfasern früher ihre Leitungsfähigkeit verlieren als die Verengererfasern, hat sich auch bei diesen drei Tiergattungen bestätigt. Beim Rind und Schwein bedurfte es einer längeren Zeit, bis das Phänomen eintrat, am schlagendsten zeigte es sich beim Schaf. Beim letzteren hatte sechzehn Minuten nach dem Tode der isolierte Erweiterernerv sowohl auf schwache wie auf starke Reize seine Leitungsfähigkeit vollständig verloren, der Erweitermuskel selbst aber kontrahierte sich auf starke Reize zweiundvierzig Minuten nach dem Tode, der Verengerernerv konnte noch immer entsprechend der ganzen Dauer die schwächsten und stärksten Ströme leiten. Dasselbe Resultat erhielt ich auch an einem anderen Schaf und auch an zwei Hunden.

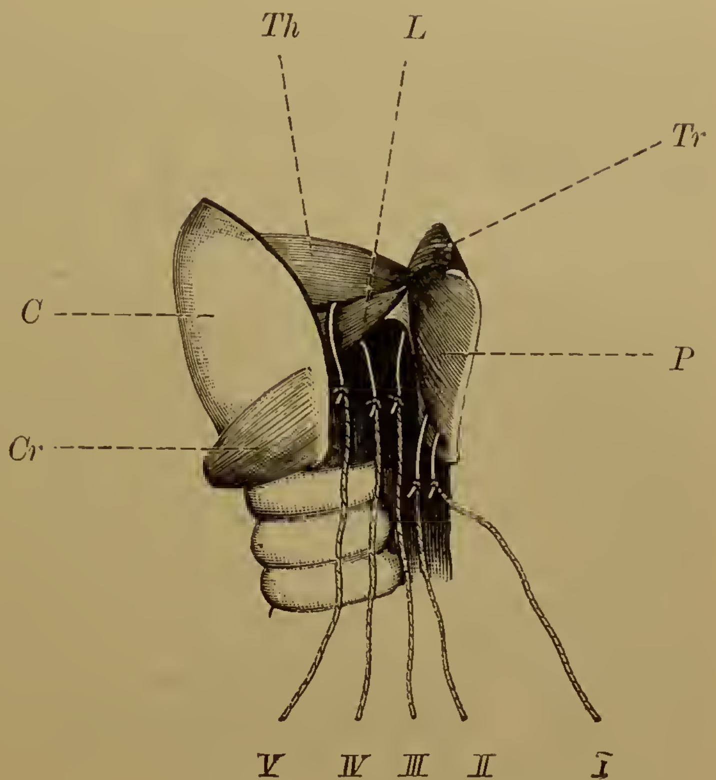


Fig. 52.
Hund: Die Zweige des Recurrens sind isoliert. *I*, *II* Nerv zum Musculus cricoarytaenoideus posticus *(P)*, *III* Nerv zum Musculus arytaenoideus transversus *(Tr)*, *IV* Nerv zum Musculus cricoarytaenoideus lateralis *(L)*, *V* Nerv zum Musculus thyreoarytaenoideus, *C* Schildknorpel, *Cr* Musculus cricothyreoideus.

Die angeführten Experimente haben in eklatanter Weise gezeigt, dass die verschiedenartigen Nervenfasern, sobald wir sie isolieren und gleichen äusseren Verhältnissen aussetzen, in verschiedenem Grade ihre Leitungsfähigkeit und Reizbarkeit äussern. Im besonderen markierte sich an unmittelbar nach dem Tode exstirpierten Kehlköpfen die Thatsache auf das entschiedenste, dass in erster Reihe diejenigen Nerven ihre Leitungsfähigkeit einbüssen, die zu den Erweiterermuskeln gehören, und erst viel

später die Nerven der Verengerer, unter ihnen am spätesten die zum Thyreoarytaenoideus internus gehenden Nerven. Die Erscheinung kann auch am lebenden Tiere nachgewiesen werden, wenn wir schwache Ströme anwenden oder die Nervenenden chemisch lädieren.

Es ist uns gelungen, wie wir gesehen haben, den Recurrens beim lebenden Tiere ohne Narkose in drei, respektive vier Zweige zu isolieren und dieselben zu reizen, ebenso an den herausgenommenen Kehlköpfen. Die Reizung hat gezeigt, dass der isolierte Erweiterernerv immer nur Erweiterung resultierte und kein einziger Muskel der Verengerer bei seiner Reizung sich weder kontrahierte, noch in Tonus kam. Bei dieser konstanten Erscheinung zeigte die Reizung der einzelnen isolierten Verengerernerven ebenso konstant den Schluss der Stimmritze, und die starke Kontraktion des entsprechenden Muskels der Verengerer. Ein Umstand ist aufgefallen, wenn nämlich der letzte isolierte Nerv, welcher in den Thyreoarytaenoideus eintritt, gereizt wird, so nähert sich nur der vordere Teil des Stimmbandes, und zwar in so starkem Masse, dass das Stimmband bricht, und die hintere Hälfte der Stimmbänder einen grossen klaffenden Spalt begrenzen.

Was das oben beschriebene experimentelle Resultat betrifft, dass sowohl beim lebenden Tiere wie nach dem Tode, die isolierten Erweitererfasern früher ihre Leitungsfähigkeit und ihre elektrische Reizbarkeit verlieren als die Verengererfasern, so hat Hooper es bezweifelt, dass die zu dem Erweiterermuskel gehenden Nerven zur Erkrankung geneigter wären. Er hat auf den Stamm Chromsäurekrystalle gelegt, und keine besondere Vulnerabilität der bezeichneten Nervenfasern gefunden. In einem Falle hat er einen Faden durch den Nerven gezogen, denselben eine Woche dort gelassen, und dann unter dem Faden den Nerven gereizt und nur Abduction bekommen, die Verengerer reagierten nicht. Donaldson schliesst sich Hoopers Ansicht an. Sein Experiment bestand darin, dass er vor der Reizung achtundvierzig Stunden, ein drei Centimeter langes Stück aus dem rechten unteren Kehlkopfnerven entfernte. Das Tier wurde in tiefe Äthernarkose gebracht, der Nervenstumpf war in entzündlichem Gewebe eingebettet. Auf schwachen und starken Strom erfolgt Abduction des Stimmbandes. Nachher erwacht das Tier, aber die Reizung hat dasselbe Resultat. Das Tier wird getötet und

die Reizung des Recurrens resultiert rechts die Erweiterung der Stimmritze, links die Verengerung derselben. Eine richtige Erklärung kann Donaldson nicht geben. Fränkel und Gad[1]) haben den Recurrens einer Abkühlung ausgesetzt, welche bis zum Frieren nicht gesteigert werden darf, und gefunden, dass die Funktion der Erweiterer zuerst erlischt. Diese Thatsache wird aus dem Einflusse der Abkühlung auf die Leitungsfähigkeit der für die Erweiterer bestimmten Nervenfasern erklärt.

Risien Russell[2]) hat seine Untersuchungen im Jahre 1892 veröffentlicht. Seine Methode bestand darin, dass er den Recurrens in drei Bündel spaltete; unter den isolierten Bündeln erwies sich das eine als Erweitererbündel, das zweite als Verengererbündel, während das dritte Bündel gar nicht reagierte. Er setzte die isolierten Bündel unter gleichen Umständen dem Einflusse der Luft aus und erhielt das Resultat, dass das Erweitererbündel früher seine Leitungsfähigkeit verlor, als das Verengererbündel. In dieser Arbeit nimmt Russell nur von meiner Methode Notiz, nicht aber von meinen gleichen Resultaten. So kam es, dass Burger[3]) in einem Aufsatze diese Thatsache als das Ergebnis der Russellschen Untersuchungen hinstellte. Ich war damals gezwungen, in dieser Frage diese Thatsache klar zu legen und die Priorität des erwähnten Satzes zu betonen.[4]) Burger anerkannte dies brieflich und Schroetter[5]) korrigierte in einer Notiz den Sachverhalt in seinem Buche. Seitdem hat diese Thatsache richtige Erwähnung der Autoren Hajek[6]), Grabower[7]), Grossmann[8]), Burger[9]) gefunden. Semon[10]) erwähnt neuerdings diese Thatsache in Verbindung mit den Untersuchungen Russells: „Lehrt dieser Versuch, dass die geringere Resistenzfähigkeit des Erweitererapparates der Glottis nicht auf die Muskelsubstanz desselben beschränkt ist, sondern

---

[1]) Centralblatt f. Physiologie 1889.
[2]) Proceedings of the Royal Society. Vol. 51.
[3]) Berliner klinische Woch. 1892.
[4]) Berliner klinische Woch. 1892.
[5]) Krankheiten des Kehlkopfes. 1892.
[6]) Schnitzler, Hajek, Klinischer Atlas der Laryngologie. 1894.
[7]) Centralblatt f. Laryngologie. 1897.
[8]) Archiv f. Laryngologie. 1897.
[9]) Archiv f. Laryngologie. 1899.
[10]) Heymanns Handbuch der Laryngol. 1897.

auch die Nervenfasern betrifft.“ An anderer Stelle führt Semon in einer grossen Notiz aus, warum er bei der Frage des isolierten Verlaufes der Nervenbündel nur den Namen Russell erwähnte. Ich finde es daher für notwendig, diese Angelegenheit zu klären, damit zwei verschiedene Fragen nicht verwechselt werden, und der eigentliche Sachverhalt klar dastehe. Aus den erwähnten litterarischen Angaben geht hervor, dass ich drei Jahre früher auf experimenteller Grundlage den Satz aufgestellt habe, dass die isolierten Nervenfasern der Erweiterer früher ihre elektrische Erregbarkeit und ihre Leitungsfähigkeit verlieren als die isolierten Nervenfasern der Verengerer. Diesen Satz hat Russell bekräftigt. Das ist die Thatsache. Die Methoden waren verschieden, das Resultat dasselbe. Meine Methode bestand darin, dass ich die anatomischen Verzweigungen des Recurrens isolierte und so die elektrische Erregbarkeit und die Leitungsfähigkeit der einzelnen isolierten Nerven untersuchte. Bei dieser Methode konnte ich die Erweitererfasern insgesamt in einem isolierten Bündel, den drei isolierten Verengererbündeln entgegensetzen. Bei der Russellschen Methode stand ein Erweitererbündel nur einem isolierten Verengererbündel gegenüber und auch dann konnte man nicht im isolierten Erweitererbündel Verengererfasern ausschliessen, welche nur wegen der überwiegenden Kraft des Musculus cricoarytaenoideus posticus nicht zur Geltung kommen konnten. Im Falle, dass das Erweitererbündel der Fasern des Musculus arytaenoideus transversus entbehrte, dann stand das Erweitererbündel dem ganzen Verengererbündel gegenüber. Russells Spaltungsverfahren hat gezeigt, dass beim lebenden Hunde unter den isolierten Recurrensbündel auf elektrische Reizung das erste Bündel Erweiterung, das zweite Bündel Verengerung der Stimmritze verursachte, während das dritte Bündel nicht reagierte. Diese Thatsache findet ihre Erklärung im anatomischen Teil in den Kapiteln der isolierten respiratorischen und phonatorischen Nervenbündel, der Ansa galeni, Ramus trachealis nervi laryngei superioris, Ansa trachealis. Auf Grund dieser Untersuchungen können wir behaupten, dass das Russellsche dritte Bündel, welches auf elektrische Reize nicht reagierte, nichts anderes war als der Ramus trachealis nervi laryngei superioris. Diesbezüglich habe ich auch beim lebenden Hunde ein Experiment ohne Narkose ausgeführt, der Ramus trachealis nervi laryngei superioris wurde freigelegt, der Stamm des unteren Kehl-

kopfnerven in vier Bündel geteilt, unter denen drei Bündel auf elektrische Reize den Schluss der Stimmritze, das vierte Bündel die Erweiterung der Stimmritze resultierten.

Wir erwähnen hier Grossmanns[1]) experimentelle Methode, deren Resultate im letzten Kapitel zur Besprechung kommen. Nachdem er die Luftröhre blosgelegt hat, durchschneidet er dieselbe quer unter der Vorsicht, dass beide N. recurrentes unversehrt bleiben. Die durchtrennte Luftröhre erlaubt es leicht, die Bewegungen der Stimmbänder zu kontrollieren. Durch ein in den Ringknorpel eingesetzten Haken wird das obere Luftröhrensegment emporgehoben und gegen den Unterkiefer zurückgeschlagen, bei dieser Position kann sowohl die Ausschaltung einzelner Kehlkopfmuskeln wie die Isolierung der Recurrenszweige vor sich gehen. Das eine Bündel geht zum Erweiterermuskel, das andere Bündel zu den Verengerermuskeln, sie werden einzeln in die Schlinge gebracht und excidiert. Seine experimentellen Resultate beziehen sich auf die Ausschaltung der Funktion einzelner Kehlkopfmuskeln und stehen mit der Frage der experimentellen Medianstellung der Stimmbänder im Zusammenhang.

[1]) Pflügers Archiv f. Physiologie 1898. Bd. 73.

VII. Der Sympathicus.

Der enge Zusammenhang der Kehlkopfnerven mit dem sympathischen Nervensystem ist ausführlich in den entsprechenden anatomischen Kapiteln erörtert worden. Wir haben gesehen die Verbindungen des oberen und unteren Kehlkopfnerven mit dem Halssympaticus, ferner jene hochinteressante Anomalie, welche Leukossék beobachtet hat, wo in dem Aufbau der unteren Kehlkopfnerven dem Sympathicus eine wesentliche Rolle zukam; wir haben ausserdem den engen Zusammenhang des isolierten respiratorischen Bündels mit den Sympathicus und mit den Herznerven gesehen.

Aus meinen früheren Untersuchungen[1]) ist klar hervorgegangen, dass sich die cerebrospinalen Faserbündel des Rami communicantes im Grenzstrange nach einem bestimmten Systeme verteilen. Das System der Anordnung besteht darin, dass am oberen Teil der Brusthöhle und am Halse der grösste Teil der eintretenden cerebrospinalen Faserbündel im sympathischen Grenzstrange nach aufwärts verläuft, und nur ein kleiner Teil nach unten, während am übrigen Teil der Brusthöhle und in der Bauchhöhle das bezeichnete Verhältnis sich eben umgekehrt verhält. Die Faserbündel gehen vom sympathischen Grenzstrange als peripherische Zweige zu ihrem Innervationsgebiet, zu den entfernter gelegenen Organen.

Ich habe an Hunden Experimente vorgenommen. Die anatomischen Verhältnisse und jene Stellen, welche den Gegenstand der Experimente bildeten, soll die Figur 53 illustrieren.

Am untersten Teil des Halses spaltet sich der Vagosympathicus in seine zwei Stämme, der Vagus giebt den Recurrens ab und tritt, mehrere Zweige gebend, in die Brusthöhle; der Sympathicus schwillt an, den unteren Halsknoten (G), bildend, und setzt sich in den doppelten Grenzstrang fort, welcher mit

---

[1]) A. Ónodi, Über das Verhältnis der cerebrospinalen Faserbündel und sympathischen Grenzstränge. Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1884.

einem Communicans mit dem Plexus brachialis in Verbindung tritt; der Grenzstrang geht in den obersten Brustknoten über. Diese Region ist es, wo die Experimente ausgeführt worden sind

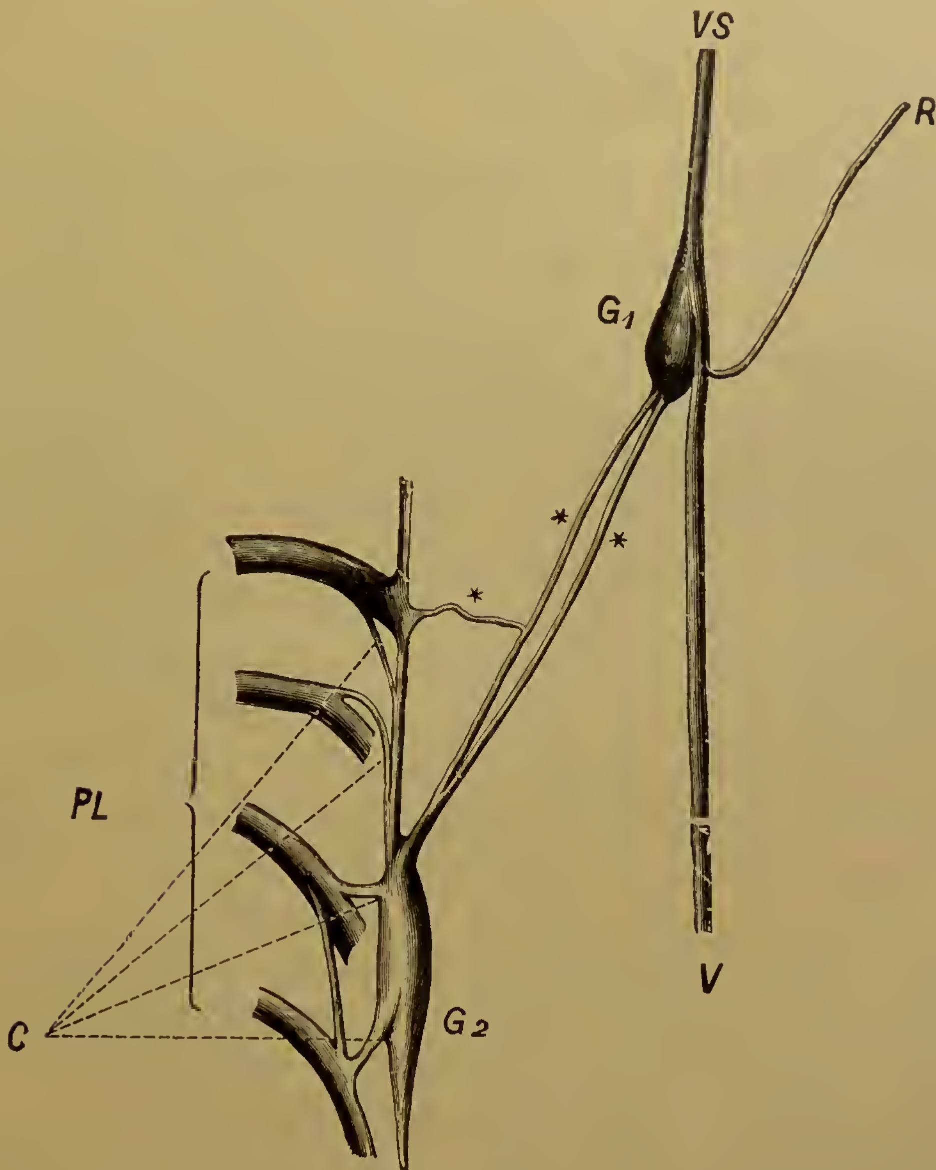


Fig. 53.

Präparat vom Hunde, nach dem Experimente aufbewahrt. *VS* Vagosympathicus, *V* Vagus, *R* unterer Kehlkopfnerv, G_1 unteres Halsganglion, G_2 oberes Brustganglion, *Pl* Plexus brachialis, *C* Verbindungszweige, *** Sterne bezeichnen den sympathischen Grenzstrang und den verbindenden Faden, dessen Reizung Kontraktion der Kehlkopfmuskeln verursachte.

und zwar an dem doppelten Grenzstrang, an dem Communicans zwischen Grenzstrang und Plexus brachialis und den benachbarten peripheren Ästen.

Ich habe an Hunden, sowohl knapp nach dem Tode, wie auch im lebenden Zustande, den doppelten Grenzstrang zwischen dem unteren sympathischen Halsganglion und dem ersten Brustganglion, ferner die Communicanten zwischen dem Grenzstrang

und dem Plexus brachialis freigelegt. Unter dem Kehlkopf wurde die Luftröhre breit geöffnet, um die Bewegung der Stimmbänder kontrollieren zu können. Die elektrische Reizung der bezeichneten Nerven mit faradischem Strome resultierte die Kontraktion der entsprechenden Stimmbandmuskulatur und die rasche Bewegung zur Mittellinie des Stimmbandes. Ich habe zehn Experimente knapp nach dem Tode und drei an lebenden Hunden ausgeführt, das Resultat war immer dasselbe. Im lebenden Zustande sind die bezeichneten Zweige mit verschieden starken Strömen gereizt worden, was bei durchschnittenem Vagus aufs eklatanteste immer die Kontraktion der entsprechenden Stimmbandmuskulatur resultierte. In einem Falle nach dem Tode resultierte die Reizung des einen Grenzstrangteiles ausschliesslich nur Abduktion des entsprechenden Stimmbandes. Während der Experimente wurden die benachbarten Zweige des Sympathicus und Vagus gereizt, immer erfolglos. Es konnte aufs schönste demonstriert werden, wie die bezeichneten Nerven gereizt, mit Kontraktion der Stimmbandmuskeln antworteten, und wie keine Reaktion eintrat, wenn die benachbarten Zweige mit verschieden starken Strömen gereizt wurden. Es ist noch zu bemerken, dass die bezeichneten sympathischen Zweige ihre Leistungsfähigkeit nach dem Tode früher verlieren, als die unteren Kehlkopfnerven.

Nach jedem Experimente wurden die betreffenden Nerven anatomisch rein präpariert und die Verhältnisse mit den experimentellen Resultaten immer im Einklang gefunden.

Ausser diesen Experimenten liegt die erörterte anatomische Grundlage vor uns, aus welcher die weiteren physiologischen und experimentellen Forschungen hervorgehen können. Der Zweck dieser Forschungen wird es sein, festzustellen, welche Rolle den sympathischen Verbindungen im allgemeinen Zustande, und insbesondere ihrem Verhältnisse zu den isolierten respiratorischen Nervenbündeln, ferner der Verbindung desselben zu den Herznerven. Die im anatomischen Kapitel beschriebenen engen morphologischen Verhältnisse müssen ihre tiefere physiologische und pathologische Bedeutung haben, dessen Aufklärung eine schwierige Aufgabe der experimentellen Forschung bilden wird. Die morphologische Grundlage ist gegeben für den Austausch der mit verschiedenem Ursprunge und von entfernteren Orten kommenden Nervenfasern, aber ihre Isolierung und die Feststellung ihrer Bestimmung harrt der experimentellen Lösung.

———

VIII. Die Kehlkopfmuskeln und die experimentelle Medianstellung der Stimmbänder.

Wir konnten das mit der Physiologie der Kehlkopfmuskeln zusammenhängende Gebiet, die Kehlkopfmuskeln, nicht unerwähnt lassen. Wir werden die biologischen Erscheinungen der Kehlkopfmuskeln und die bei der Medianstellung der Stimmbänder in Frage kommenden Muskeln, ferner die Frage der Medianstellung-der Stimmbänder besprechen.

Was die elektrische Reizbarkeit der einzelnen Muskeln nach dem Tode betrifft, haben Jeanselme und Lermoyez[1]) gefunden, dass auf elektrische Reizung an Cholera Verstorbener 3/4 Stunden nach dem Tode die Musculi cricoarytaenoidei postici nicht mehr reagierten, während die Musculi thyreoarytaenoidei sich gut kontrahierten.

Semon und Horsley[2]) haben gezeigt, dass nach dem Tode unter den freigelegten Kehlkopfmuskeln viel früher die Musculi cricoarytaenoidei postici ihre elektrische Reizbarkeit verlieren als die Verengerer. Jelenffy[3]) behauptet, dass das frühe Absterben der Erweiterermuskeln das frühere Auskühlen erklärt, und dass bei normaler Körpertemperatur die Erweiterermuskeln allein oder mit den Verengerern nicht früher absterben als die letzteren. Burger[4]) bestätigt Semons Resultate und unsere gleich zu erwähnenden Untersuchungen.[5]) Aus unseren Experimenten erwähnen wir folgendes:

Bei einem Hunde hörte die elektrische Reizbarkeit des linken Erweiterermuskels fünfzehn Minuten nach dem Tode auf. Dasselbe Resultat beim rechten Erweiterermuskel achtund-

---

[1]) Archives de physiol. norm. et path. 1885.

[2]) Britisch. med. Journal. 1886.

[3]) Berlin. klin. Wochenschrift. 1888.

[4]) Archiv f. Laryngologie. 1899.

[5]) L. c.

zwanzig Minuten nach dem Tode und erst dann bei den Verengerern. Bei einem anderen Hunde löst die Reizung (40, 30 cm II) der Erweiterer keine Reaktion aus zehn Minuten nach dem Tode. Der rechte Erweiterermuskel wird mit in 37° C. warmes Wasser getauchten und ausgedrückten Wattetampons gewärmt. Nach dreizehn Minuten mit stärkeren Strömen gereizt (25 cm II) kontrahiert sich der Erweiterer linksseits, der erwärmte rechte Erweiterer reagiert nicht. Nach zwanzig Minuten dasselbe Resultat. Nach fünfundzwanzig Minuten auf stärkeren Reiz (20 cm II) reagiert der linke Erweiterer schwach, der rechte gar nicht. Auf stärkere Reize (15 cm II) kontrahiert sich der linke Erweiterer, der rechte nicht, die Verengerer reagieren stark. Nach vierzig Minuten auf stärkeren Reiz (10 cm II) dasselbe Resultat mit dem Unterschiede, dass ausser dem rechten Erweiterer auch der rechte Musculus cricoarytaenoideus lateralis nicht reagiert. Nach fünfundfünfzig Minuten auf stärkeren Reiz (5 cm II) dasselbe Resultat. Dann hört die Reaktion des linken Erweiterers auf, am spätesten die des Musculus thyreoarytaenoideus.

Bei einem Hunde zweiundvierzig Minuten nach dem Tode reagieren noch der rechte Erweiterer und die einzelnen Verengerer. Nach zweiundfünfzig Minuten reagiert der Erweiterer kaum. Nach einer Stunde und sechs Minuten reagiert der rechte Erweiterer nicht, während die Verengerer reagieren. Die letzteren hören auf zu reagieren auf die stärksten Reize nach einer Stunde und siebzehn Minuten.

Wir haben die elektrische Reizbarkeit der Erweiterer und Verengerer auch nach Chloroformtod geprüft, und dasselbe Resultat erreicht.

Die erwähnten experimentellen Ergebnisse zeigen, dass in der Reihe der Kehlkopfmuskeln zuerst der Musculus cricoarytaenoideus posticus seine elektrische Erregbarkeit verliert. Die Jelenffysche Behauptung, wonach die raschere Abkühlung die Ursache wäre, ist durch unsere Experimente entkräftet. Ebenso die Behauptung Krauses[1], dass am frühesten der Musculus cricothyreoideus abstirbt.

Was die Funktion der Kehlkopfmuskeln betrifft, ist dieselbe anatomisch und physiologisch festgestellt. Es ist bekannt, dass

[1]) Berliner klin. Wochenschrift. 1892.

die Erweiterung der Stimmritze, die Abduktion der Stimmbänder vom Musculus cricoarytaenoideus posticus, die Verengerung der Stimmritze, die Adduktion der Stimmbänder, der Musculus cricoarytaenoideus lateralis, der Musculus arytaenoideus transversus und die Musculi thyreoarytaenoideus ext. und int., die Spannung der Stimmbänder des Musculus cricothyreoideus, den Schluss des Kehlkopfeinganges die Musculi ary- et thyreoepiglottici besorgen.

An dieser Stelle werden wir uns mit jenen Muskeln eingehender befassen, welche sich auf die experimentelle Medianstellung der Stimmbänder beziehen, und ausserdem den Gegenstand einzelner zur Klärung pathologischer Fragen gemachten Untersuchungen und verschiedenen Behauptungen bilden.

Bevor wir die einzelnen in Frage kommenden Muskeln näher betrachten, wollen wir erst die auf die Rekurrensdurchschneidungen sich beziehenden Experimente und die dadurch erzeugte Erstickung und Medianstellung der Stimmbänder besprechen.

Am Anfange dieses Jahrhunderts hat Le Gallois[1]) bei neugeborenen Hunden nach Durchschneidung beider unteren Kehlkopfnerven Erstickungstod beobachtet. Mit drei Monaten ältere Hunde haben diesen Eingriff überlebt. Bei der Katze beobachtete er dasselbe, zwei drei Wochen alte Katzen starben schon nach einigen Tagen, und drei Monate alte Katzen erstickten auch bei grösseren Bewegungen. Beim Kaninchen ist nach Durchschneidung der Recurrentes die Verschliessung der Stimmritze weniger vollkommen wie bei Hunden und Katzen, die neugeborenen Kaninchen sterben nicht sofort, sondern erst nach einigen Stunden. Je älter das Kaninchen, um so geringer sind die Atembeschwerden. Beim Meerschweinchen beobachtete er dieselben Verhältnisse. Beim Pferde erfolgte nach doppelseitiger Vagusdurchschneidung der Tod. Le Gallois untersuchte auch beim geöffneten Kehlkopf die Verhältnisse und sah beim Hunde den vollkommenen Schluss der Stimmritze, beim Kaninchen die Verengerung derselben. Günther[2]) experimentierte an drei Pferden, das eine Pferd erstickte nach Durchschneidung der Recurrentes; beim zweiten Pferd trat nach Re-

[1]) Expériences sur le principe de la vie. Paris. 1812.
[2]) Zeitschrift f. die gesamte Tierheilkunde etc. 1834.

sektion des rechten Recurrens bei anstrengender Bewegung der den Pfeifern eigentümliche Ton auf, während im Stande der Ruhe keine Störung zu bemerken war; beim dritten Pferd war nach beiderseitiger Resektion der Recurrentes während der Ruhe wenig zu bemerken, bei Bewegungen trat der erwähnte Ton und Atembeschwerden ein. Reid[1]) beobachtete bei mehreren Hunden nach doppelseitiger Recurrensdurchschneidung keine Veränderungen. Bei der Katze untersuchte er den oben geöffneten Kehlkopf nach der Resektion, bei der Inspiration mussten die Stimmbänder behufs Verhinderung des Erstickungstodes auseinandergehalten werden. Longet[2]) sah bei neugeborenen Hunden nach Recurrensdurchschneidung Erstickung, während ältere Hunde, während fünf Wochen beobachtet, sich gut befanden. Ein Hund wurde aphonisch, aber fühlte sich gut. Stilling[3]) beobachtete bei der Katze nach der Resektion den Schluss der Stimmritze; behufs Vermeidung der Erstickung musste die Stimmritze offen gehalten werden. Bernard[4]) sah eine drei Wochen alte Katze sofort ersticken nach doppelseitiger Durchschneidung der unteren Kehlkopfnerven. Mendelsohn[5]) beobachtete beim Kaninchen nur bei Bewegungen ein von Geräusch begleitetes Atmen, sonst keine Veränderung. Traube[6]) sah beim Hund bei tiefer Inspiration vollständigen Schluss, bei schwacher Inspiration geringere Verengerung der Stimmritze. Fowelin[7]) hatte bei zwei Hunden nach doppelseitiger Resektion keine Veränderung gesehen, das Tier atmete gut, die Stimmritze war offen. Bei der Katze beobachtete er von unten den Kehlkopf und fand nach der Durchschneidung die Stimmritze geschlossen. Beim Kaninchen erwähnt er die starke Verengerung der Stimmritze. Warndt[8]) sah ein Kaninchen nach der Operation vierundsiebzig Stunden leben. Arnsperger[9]) beobachtete bei Hunden nach der Resektion nur Stimmlosigkeit, beim Kaninchen röchelndes Atmen, welches später aufhörte, aber nach

---

[1]) The Edinb. med. and surg. Journ. 1839.
[2]) Gazette med. de Paris. 1841.
[3]) Haesers Archiv f. die ges. Med. 1842.
[4]) Archives gén. de med. 1844.
[5]) Archiv f. physiol. Heilk. 1845.
[6]) Beiträge zur experim. Pathol. u. Physiol. 1846.
[7]) De causa mortis post nervos vagos dissectos instantis. Dorpat. 1851.
[8]) Müllers Archiv. 1855.
[9]) Virchows Archiv. 1856.

ein, zwei Wochen trat der Tod ein. Panum[1]) sah bei einem Hunde nach der Resektion keine Atembeschwerden. Bei einer drei und einer vier Wochen alten Katze trat der Tod nach der Resektion sofort ein. Valentin[2]) sah bei Kaninchen ein von Geräusch begleitetes Atmen auftreten, aber das Tier konnte längere Zeit leben. Budge[3]) untersuchte bei Kaninchen nach der Resektion den Kehlkopf, die Stimmritze war bei der In- und Exspiration verengt. Schiff[4]) sah bei neugeborenen Hunden Erstickungstod eintreten, während unter den älteren Hunden einer die Operation vier Jahre überlebte, aber bei Bewegungen traten Atembeschwerden ein. Jüngere Katzen gehen nach der Operation zu Grunde, ältere werden aphonisch. Bei Kaninchen beobachtete er Atmungsgeräusche und Atembeschwerden, sonst lebten sie ruhig am längsten neun bis elf Wochen. Boddaert[5]) beobachtete beim Kaninchen nach der Operation und später bei Reizung Atmungsgeräusche. Dalton[6]) beobachtete ebenfalls bei Hunden nach der Resektion Atmungsgeräusche, welche im jüngeren Alter mit Atembeschwerden verbunden waren. Navratil[7]) beobachtete bei Hunden Aphonie. Schech[8]) sah bei Hunden Aphonie und nur bei Bewegungen Atembeschwerden. Die Stimmbänder traf er in Kadaverstellung bei ruhiger Atmung. Schmidt[9]) beobachtete bei einer älteren Katze nach der Resektion anfangs Atmungsgeräusche, dann atmete sie ruhig, aber am vierten Tag starb sie. Vierordt[10]) sah bei der Katze nach einseitiger Resektion die Stimmritze verengt, das Stimmband in adducierter Stellung. Frey[11]) betont, dass die Durchschneidung der unteren Kehlkopfnerven die erwachsenen Hunde nicht tötet. Steiner[12]) durchschnitt bei drei

---

[1]) Schmidts Jahrbücher. 1857.

[2]) Die Einflüsse der Vaguslähmung etc. Frankfurt. 1857.

[3]) Virchows Archiv. 1859.

[4]) Archiv für physiol. Heilkunde. 1847. Lehrbuch der Physiologie. 1858—59.

[5]) Journal de la physiol. 1862.

[6]) A treatise on human physiol. 1867.

[7]) L. c.

[8]) Zeitschrift f. Biologie. 1873.

[9]) Die Laryngoskopie der Tiere. Tübingen. 1873.

[10]) Beiträge zur experimentellen Laryngosk. Tübingen. 1876.

[11]) Die pathol. Lungenveränderungen nach Lähmungen der Nn. vagi. Leipzig. 1877.

[12]) Archiv f. Anat. u. Physiol. 1878.

Kaninchen die Recurrentes, nach eintägigem Wohlbefinden starben sie. Semon und Horsley[1]) haben beim Hunde mit geöffneter und mit ungeöffneter Trachea die Stimmbänder in der Kadaverstellung gesehen. Semon beobachtete bei der Katze nach einseitiger Resektion die Kadaverstellung des betreffenden Stimmbandes. Exner[2]) hat Kaninchen nach der Resektion monatelang am Leben erhalten. Wagner[3]) beobachtete bei Hunden nach der Resektion der Recurrentes Medianstellung der Stimmbänder, auch nach vorhergegangener Tracheotomie. Bei Kaninchen sah er auch bei ein- oder doppelseitiger Resektion die Medianstellung, welche nach zwei bis vier Tagen in die Kadaverstellung überging. Katzenstein[4]) beobachtete beim Hunde nach einseitiger Resektion das entsprechende Stimmband in Kadaverstellung. In einem Falle traten nach doppelseitiger Resektion starke Atembeschwerden mit Medianstellung der Stimmbänder auf, aber die Stimmbänder gingen nach kurzer Zeit in die Kadaverstellung über. Krause[5]) sah bei der Katze und beim Kaninchen nach einseitiger Resektion die Kadaverstellung des entsprechenden Stimmbandes.

Wir haben diesbezüglich viele Experimente ausgeführt.[6])

Es wurden die Recurrentes durchschnitten bei geöffneter Trachea, bei von oben unter dem Zungenbeine geöffneten Kehlköpfen, bei geschlossenen Luftwegen und bei am Leben erhaltenen Hunden. Bei offener Trachea konnte ich nie Medianstellung der Stimmbänder beobachten. Bei geschlossener Trachea trat die Medianstellung ein, die Stimmbänder waren ausgespannt 1—2 mm entfernt von einander, die Mm. cricothyreoidei waren konstant während des Experimentes kontrahiert. Bei einzelnen Hunden trat plötzlich der Schluss der Stimmritze ein, oder mitunter so, dass zwischen den Stimmbändern öfters eine Kanüle gebracht werden musste.

Bei einem am Leben erhaltenen Hunde waren beide Recurrentes durchtrennt, das Tier bekam sofort Dyspnoe, die Untersuchung zeigte die Stimmbänder in der Medianstellung. Das

[1]) Archiv f. Laryng. Bd. VII.
[2]) Wiener Akademie. 1884.
[3]) Virchows Archiv. 1891.
[4]) Virchows Archiv. 1892.
[5]) Berliner klin. Woch. 1892.
[6]) Akad. Ertesitö. 1894. Innervation des Kehlkopfes. 1895. Wien.

Tier atmete nach der Operation nur mit der grössten Anstrengung und vergrösserte sich die Dyspnoe bei jeder Bewegung.

In den ersten drei Tagen war dieser Zustand zu beobachten, die Dyspnoe liess nur bei ruhigem Verhalten des Tieres nach. Nachher konnte das Tier schon Bewegungen machen, ohne grössere Atembeschwerden zu bekommen, und später war nichts mehr zu vernehmen. Eine Beobachtung war auffallend: wurde nämlich die Haut der Ohrmuskel oder anderswo mit einer Pincette zusammengepresst, so trat in demselben Moment die heftigste inspiratorische Dyspnoe auf, welche noch einige Minuten nach dem Experimente dauerte. Dieses Experiment konnte immer mit gleichem Resultate demonstriert werden, selbst im zweiten Monate nach der Operation.

Bei einem Hunde wurden beide Recurrentes durchschnitten, ferner die beiden Rr. pharyngei vagi und die Rr. externi nerv. laryng. sup. Es wurden also die Nerven der Mm. cricothyreoidei ausgeschaltet. Das Tier atmete ruhig und konnte während seines Lebens eine inspiratorische Dyspnoe durch mechanischen Insult der Haut nie hervorgerufen werden.

Grossmann[1]) beobachtete immer eine grosse Verengerung der Stimmritze in der Grösse von 1.2—2.2 mm beim Hunde, bei der Katze schwankte die Verengerung der Stimmritze zwischen 0.8—2.5. Grabower[2]) fand nach doppelseitiger Resektion bei Hunden Medianstellung der Stimmbänder. Am Tage der Operation näherten sich die Stimmbänder der Medianlinie, aber den anderen Tag standen sie in Kadaverstellung. Kuttner und Katzenstein[3]) haben bei Hunden nie die Medianstellung beobachtet, die Stimmritze schwankte bei älteren Tieren zwischen 3.4—4.9. Klemperer[4]) fand die Stimmbänder nach der Resektion bei Hunden in einer der Kadaverstellung entsprechenden Lage.

Alle diese Angaben bestätigen die Thatsache, dass die Durchschneidung der unteren Kehlkopfnerven, die Lähmung der Stimmbänder, die zur Medianlinie genäherte Lage der Stimmbänder, die Verengerung der Stimmbänder zur Folge hat. Der

[1]) Archiv f. Laryng. 1897.
[2]) Archiv f. Laryng. 1897.
[3]) Archiv f. Laryng. 1898.
[4]) Archiv f. Laryng. 1898.

Erstickungstod, der Schluss und die verschieden grosse Verengerung der Stimmritze, die adducierte oder Medianstellung der Stimmbänder stehen mit mehreren Umständen in kausalem Zusammenhang, unter denen, neben der Species und dem Alter der Tiere, hauptsächlich zwei Faktoren in den Vordergrund treten, u. z. während der Inspiration die Verdünnung der Luft unterhalb der Stimmritze, und die Funktion der beiden Musculi cricothyreoidei.

Betrachten wir zuerst kurz den einen Faktor, die Verdünnung der Luft, die Verminderung des intrapulmonalen Druckes; von der Funktion der einzelnen Kehlkopfmuskeln wird nachher die Rede sein, ebenso auch bei der Erörterung der pathologischen Frage. Die Ursache der nach Durchschneidung der unteren Kehlkopfnerven auftretenden Atembeschwerden und Erstickung hat schon Le Gallois auf den Druck der äusseren Luft zurückgeführt. Longet betrachtete als wesentliche Ursache die unter der Stimmritze entstandene Luftverdünnung. Die Annäherung der Stimmbänder, die Atembeschwerden werden aus der Luftverdünnung unter der Stimmritze, aus der ansaugenden Wirkung des negativen Luftdrucks erklärt. Unsere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Medianstellung der Stimmbänder nur bei intakten Luftwegen eingetreten ist und immer ausblieb, wenn vorher die Luftröhre eröffnet wurde. Semon sah auch die adducierenden Bewegungen der Stimmbänder aufhören, sobald die Luftröhre eröffnet wurde. Wir haben aber die Medianstellung der Stimmbänder nicht nur mit der ansaugenden Wirkung des negativen Luftdruckes, sondern auch mit der Funktion der Musculi cricothyreoidei in Zusammenhang gebracht. Von dieser letzteren werden wir noch sprechen. Man kann sehr gut unterscheiden die Wirkung des Luftdruckes neben der gleichzeitigen Kontraktion der Musculi cricothyreoidei und neben den ihrer Nerven beraubten Kehlkopfmuskeln. Wenn beim lebenden Hunde sämtliche Nerven durchschnitten werden, dann schliesst sich die Stimmritze bei jeder Inspiration infolge der ansaugenden Wirkung des negativen Luftdruckes; bei jeder Exspiration aber werden die Stimmbänder durch den Luftstrom voneinander geschoben. Wenn wir die Medianstellung der Stimmbänder betrachten, wo gleichzeitig die Kontraktion der Stimmbänder vorhanden ist, so erkennen wir den Unterschied der Wirkung des negativen Luftdruckes. Bei der Inspiration

kann sich die Stimmritze bis zum Schluss verengern, aber bei der Exspiration bleiben die gespannten Stimmbänder ungestört in ihrer Medianstellung. Neumayer[1]), indem er jenen Teil unserer Untersuchung, die sich auf die Annäherung der Stimmbänder infolge der Funktion der Musculi cricothyreoidei beziehen, bestätigt, ist er auf Grund seiner Experimente der Meinung, dass die Verengerung der Stimmritze nicht auf die Ansaugung der Stimmbänder, sondern auf die Kontraktion der Musculi sternothyreoidei zurückzuführen ist. Grossmann bestreitet Neumayers Behauptung, insofern sich dieselbe auf die Wirkung des Luftdruckes bezieht, er spricht eine grosse Rolle bei dem Zustandekommen der grossen Verengung der Stimmritze, der ansaugenden Wirkung des negativen Luftdruckes zu. Burger[2]) überzeugte sich experimentell bei der Katze, dass das Ansaugen der Luft von seiten der Trachea die Stimmritze verengt.

Was die Funktion der Kehlkopfmuskeln betrifft, betrachten wir zuerst den Musculus cricoarytaenoideus posticus, den Erweiterer der Stimmritze. Es kann nicht unsere Aufgabe sein, den ganzen Mechanismus der Stimmbandabduktion auseinanderzusetzen, es genügt, die festgestellte Thatsache hervorzuheben, dass der Musculus cricoarytaenoideus posticus ein respiratorischer Muskel ist und das Resultat seiner Funktion die Erweiterung der Stimmritze, die Abduktion des Stimmbandes ist. Jelenffy aber gab jener Meinung Ausdruck, dass der innere Teil des Musculus cricoarytaenoideus posticus den Stimmfortsatz nach innen zu drehen vermag, daher eine die Stimmritze verengernde Wirkung ausübt. Jelenffy hat anatomische Versuche an verschiedenen Kehlköpfen ausgeführt, er hat unter anderem einen Aryknorpel mit den Musculi cricoarytaenoideus posticus et lateralis auch zur Demonstration seiner Behauptung benützt. Ich habe mich wiederholt an anatomischen Präparaten überzeugen können, dass seiner Behauptung jede Grundlage fehlt. Ich habe diesbezüglich auch Experimente gemacht. Bei einem Hunde sind alle Muskeln mit Ausnahme des Musc. cricoarytaenoideus posticus und lateralis entfernt. Auf Reizung (20 cm II) des linken Recurrens folgt linkerseits eine grosse Erweiterung der Stimmritze. Das äussere Bündel des Erweiterers ist von seiner Insertion ab-

[1]) Archiv f. Laryngologie. 1896.
[2]) Archiv f. Laryngologie. 1899.

gelöst, bei vollständiger Schonung des Recurrens und seiner Äste. Auf Reizung (30 cm II) des linken Recurrens folgt eine starke Exkursion des entsprechenden Stimmbandes nach aussen. Ein Teil des inneren Bündels des Erweiterers nahe zur Insertion wird durchschnitten. Auf Reizung (30, 20 cm II) des Recurrens verbleibt das Stimmband und der Aryknorpel in einer fast neutral mittleren Lage. Ein Teil des Musc. cricoarytaenoideus lateralis wird durchschnitten, auf Reizung (20 cm II) des Recurrens tritt starke Erweiterung der Stimmritze ein, wie auch einzelne starke Exkursionen nach aussen im Ruhestande. Nach Exstirpation des Musc. cricoarytaenoideus lateralis steht das Stimmband nach aussen unbeweglich im Ruhestande; auf Reizung (30 cm II) des Recurrens folgt starke Erweiterung.

Bei einem anderen Hunde wird das äussere Bündel des rechten Musc. cricoarytaenoideus posticus von der Insertion abgelöst, die anderen Muskeln bleiben unberührt; auf Reizung (30 cm II) des rechten Recurrens folgt eine kleine Erweiterung. Die Verengerer werden entfernt, erhalten sind nur die Musc. cricoarytaenoideus posticus et lateralis, beim ersteren ist das äussere Bündel durchschnitten; auf Reizung (30 cm II) des entsprechenden Recurrens folgt Erweiterung. Es wird vom Musc. cricoarytaenoideus posticus noch mehr durchschnitten, die Reizung (30 cm II) des Recurrens erzielt Verengerung der Stimmritze. Es wird ein Teil des Musc. cricoarytaenoideus lateralis durchschnitten, auf Reizung des Recurrens folgt Erweiterung.

Aus den erwähnten Experimenten geht die bekannte Thatsache der Funktion der Erweiterer hervor. Mit meinen anatomischen Untersuchungen macht dieser experimentelle Nachweis die Jelenffysche Behauptung unhaltbar.

Neumayer[1]) bestreitet auf Grund seiner mit elektrischer Reizung gemachten Experimente und mittelst Wärme hervorgerufene Muskelstarre Jelenffys Behauptungen, und bestätigt unsere experimentellen Resultate wie folgt: „Verfasser folgte in der Versuchsanordnung vollkommen den Angaben Ónodis. Die Angaben Ónodis bezüglich der Erweiterung der Glottisspalte konnte Verfasser vollkommen bestätigen, und eine Annäherung der Aryknorpel war bei elektrischer Reizung der horizontalen Portion ebensowenig wie bei der Anwendung der Wärmestarre

[1]) l. c.

zu erkennen." Der Musculus cricoarytaenoideus posticus kann als Verengerermuskel keinesfalls betrachtet werden, er ist ein respiratorischer Muskel, ein Erweiterermuskel und ein Antagonist des Musculus cricothyreoideus, insofern, als besonders die horizontale Portion des Musculus cricoarytaenoideus posticus bei der Spannung des Stimmbandes bestimmend mitwirken kann.

Schmidt[1]) hatte bei der Katze den rechten Musculus cricoarytaenoideus posticus durchschnitten, und das laryngoskopische Bild zeigte, dass der rechte Aryknorpel und das rechte Stimmband ganz unbeweglich waren; da das Stimmband etwas genähert erschien, nahm er die ständige Funktion des Musculus cricoarytaenoideus lateralis an. Bei einer grossen Katze durchschnitt er beide Erweiterer, er musste sofort wegen Erstickungsgefahr die Tracheotomie ausführen. Die Stimmbänder standen näher zur Medianlinie, bei der Inspiration berührten sie sich fast.

Schechs[2]) Experimente bei Hunden zeigten, dass nach Durchschneidung beider Erweiterer die Stimmbänder über der Kadaverstellung zur Medianlinie sich nähern, aber bei der Inspiration sich nach aussen nicht bewegen können. Vollkommene Medianstellung und dauernde Atembeschwerden treten nicht sofort auf.

Grabower[3]) behauptet auf Grund seiner Experimente, dass auf einseitige Durchschneidung des Erweiterers das entsprechende Stimmband 3 mm von der Medianlinie steht, an der Schwelle der Abduktion, nach aussen kann es sich nicht bewegen, zur Mittellinie kann es sich nähern. Die Durchschneidung beider Erweiterer resultiert Medianstellung der Stimmbänder.

Grossmann[4]) hatte mit seiner erwähnten Methode bei drei Katzen und bei fünfzehn Hunden die beiden Erweiterer exstirpiert. Nach der Operation setzen die Stimmbänder ihre Bewegungen fort, nur sind die Abduktionen eingeschränkter als vor der Operation. Nach Durchschneidung der Nerven des Erweiterers machen die Stimmbänder bei der Inspiration Abduktionen. Nach Exstirpation beider Erweiterer und nach Durchschneidung ihrer Nerven gehen die Stimmbänder bei der Inspiration nach aussen, bei der Exspiration nach innen. Nach

---

1) l. c.
2) l. c.
3) l. c.
4) l. c.

Resektion des einen Recurrens ist nachher das entsprechende Stimmband in sehr adducierter Lage unbeweglich, während das andere Stimmband sich nach aussen und innen bewegt. Nach Resektion des anderen Recurrens sind beide Stimmbänder unbeweglich, die Stimmritze eng, bei forcierter Inspiration steigende Atembeschwerden. Werden beide Erweiterer exstirpiert, so bewegen sich wie erwähnt die Stimmbänder nach innen und aussen, werden nachher die oberen Kehlkopfnerven auch durchschnitten, so sind die Abduktionen viel stärker. Nach Exstirpation der Erweiterer, nach Durchschneidung des oberen Kehlkopfnerven, der Musculi constrictores pharyngis und der Musculi cricothyreoidei machen die Stimmbänder bei der Inspiration Abduktionen. Das Ergebnis seiner Untersuchungen ist, dass nach Exstirpation der Erweiterer noch immer bei der Inspiration Abduktionen der Stimmbänder erfolgen können, welche auch dann nicht anfhören, wenn die Constrictores pharyngis und die Musculi cricothyreoidei durchschnitten wurden. Diese Erscheinung erklärt er mit der Annahme des Ausfalles der Funktion der erhaltenen Verengerer: „dass bei der Atmungsinnervation im Stadium der Inspiration zum Kehlkopfe Impulse abgegeben werden, welche nicht allein den Muskeltonus der Stimmritzenerweiterer erhöhen, sondern gleichzeitig auch den der Adduktoren herabsetzen."

Klemperer[1]) konnte mit der Exstirpation der Erweiterer Grossmanns experimentelle Resultate nicht konstatieren und bestätigt auf Grund seiner Untersuchungen in allen wesentlichen Punkten Grabowers Resultate. Sowohl Grabower wie Klemperer heben jene Thatsache hervor, dass die Verengerung der Stimmritze viel grösser ist bei der Exstirpation der Erweiterer als nach der Resektion der Recurrentes; sie konstatierten die bedeutende Verminderung der Stimmritzenverengerung bei der Exstirpation der Erweiterer, wenn nachher die unteren Kehlkopfnerven durchschnitten wurden.

Burger[2]) bekräftigt auf Grund seiner Experimente die Resultate Grabowers und Klemperers.

Der Musculus cricothyreoideus bildete bis zur jüngsten Zeit den Gegenstand der Untersuchung.

Früher war die Ansicht verbreitet, dass der Schildknorpel

---

[1]) l. c.
[2]) l. c.

zum Ringknorpel herabgezogen werde, wodurch die Stimmbänder eine Dehnung und damit eine Anspannung erfahren.

Magendie[1]) wendet sich ganz entschieden gegen diese These und giebt eine ganz treffliche Erklärung, welche seither eine endgiltige Bekräftigung erfuhr. Dieselbe lautet: „Die Funktion des M. cricothyreoideus besteht darin, dass der Ringknorpel emporgehoben und dem unteren Rande des Schildknorpels genähert wird.“

Longets[2]) Untersuchungen führten zu demselben Resultate. Der M. cricothyreoideus hebt den Ringknorpel zum Schildknorpel, die hintere Platte des Ringknorpels biegt sich nach hinten und das Stimmband wird mechanisch angespannt.

Neben der älteren Anschauung, welcher auch Merkel[3]) das Wort redet, begegnen wir folgender Erklärung Funkes[4]) und Vierordts[5]): „Die Anspannung der Stimmbänder ist auf die Funktion zweier Muskeln zurückzuführen, der Stimmritzenerweiterer (M. cricoarytaenoideus posticus) zieht das Stimmband nach hinten, während der M. cricothyreoideus es nach vorn zieht; jedoch bei der Funktion des letzteren wird der Schildknorpel in der That nicht dem Ringknorpel genähert.“

Luschka[6]) sieht das Wesen der Funktion der Ringschildknorpelmuskeln (Mm. cricothyreoidei) in einer Fixation der Schildknorpel, deren Mass die Kontraktion der Stimmbandmuskeln bestimmt.

Jelenffy[7]) bestätigt in seiner Arbeit die bereits erwähnte Funktion des M. cricothyreoideus, nämlich dass er den Ringknorpel zum Schildknorpel emporhebt. Die Anspannung des Stimmbandes erklärt er nicht nur aus diesem Umstande, sondern nimmt auch noch andere Faktoren als mitwirkend an. Er teilt den M. cricothyreoideus in drei Teile, beziehungsweise drei Kräftekomponenten, und nimmt nebenbei auch noch drei verschiedene fixe und bewegliche Punkte an. Der eine Kräftekomponent wirke derart, dass er den Ringknorpel zum Schild-

---

[1]) Physiologie. 1826.

[2]) Idem.

[3]) Anatomie und Physiologie des menschlichen Stimm- und Sprachorganes. 1857.

[4]) Physiologie. 1856.

[5]) Grundriss der Physiologie. 1871.

[6]) Der Kehlkopf des Menschen. 1871.

[7]) Pflügers Archiv für Physiologie. 1873.

knorpel emporhebe. Hier ist der bewegliche Punkt der Ringknorpel, der fixe der Schildknorpel. Den zweiten Komponenten stellt er sich derart wirkend vor, dass der Ringknorpel zum fixen Punkt wird, zum beweglichen der Schildknorpel, hier werden die Platten der Schildknorpel einander genähert, der Winkel zwischen den Platten nach vorn dislociert, wodurch die Stimmbänder angespannt und einander genähert werden.

Martel[1]) gelangt auch zu dem Resultate, dass der M. cricothyreoideus den Ringknorpel zum fixierten Schildknorpel emporhebt, um so stärker, je höher der Ton.

Hooper[2]) beweist auch experimentell diese Funktion des M. cricothyreoideus.

Ich[3]) gelangte auf Grund meiner eigenen Experimente zu ähnlichen Resultaten.

Michael[4]) konstatiert ebenfalls die Emporhebung des Ringknorpels, erwähnt jedoch nebenbei die Annäherung der Stimmbänder als eine Funktion der Mm. cricothyreoidei.

Cohen-Tervaert[5]) leugnet die erwähnte Funktion der Mm. cricothyreoidei. Seiner Ansicht nach nähert dieser Muskel die Platten des Schildknorpels einander, wodurch der Winkel weiter nach vorn gelangt, mit ihm zugleich werden auch die Stimmbänder nach vorn gezogen, welche, da sie hinten fixiert sind, gedehnt werden.

Wagner[6]) konnte sich experimentell davon überzeugen, dass wenn der untere Kehlkopfnerv durchschnitten wurde, er das entsprechende Stimmband stark angenähert, ja sogar in der Mittellinie fand.

Sobald er die Nerven des M. cricothyreoideus durchschnitt, hörte die erwähnte Stellung des Stimmbandes auf. Wagner schreibt den Grund dieser Erscheinung der Adduktionswirkung der Mm. cricothyreoidei zu.

Katzenstein[7]) tritt dieser Erklärung entgegen.

---

1) Jahresbericht f. Anatomie und Physiologie. 1883.
2) Idem.
3) Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. 1888. — Orvosi Hetilap. 1888.
4) Bildung des Gesangregisters.
5) Intern. Centralblatt für Laryngologie. 1886.
6) Virchows Archiv. 1890.
7) l. c.

Mering und Zuntz[1]) acceptieren auch nicht die Ansicht Wagners, obgleich sie die Richtigkeit der Beobachtung anerkennen, dass die nach Durchschneidung des N. laryngeus inferior erfolgende Medianstellung der Stimmbänder aufhöre, sobald der N. laryngeus durchschnitten wird.

Jelenffy[2]), wie erwähnt, knüpft die Annäherung der Stimmbänder an die Funktion des Ringknorpels. Dies geschieht nach Jelenffys eigenen Worten: „Da ferner die Schildknorpelplatten durch diese Komponenten in ihrer ganzen Breite genähert werden, so üben sie auch noch einen gleichmässigen Druck aus, durch welchen die Stimmbänder einander auf mechanische Weise genähert werden."

Aus den Untersuchungen Jelenffys sind zwei Momente hervorzuheben, obzwar beide schon vor ihm mitgeteilt wurden, nämlich dass der Ringknorpel während der Funktion des M. cricothyreoideus zum Schildknorpel emporgehoben wird, ferner, dass die Stimmbänder einander genähert werden. Die Annahme Jelenffys, dass er einen Muskel in mehrere Teile, Kräftekomponenten zerlegt und für ein und denselben Muskel verschiedene fixe und verschiedene Bewegungspunkte annimmt, muss auf Grund unserer anatomischen, physiologischen und physikalischen Kenntnisse entschieden widerlegt werden. Dass dieser Muskel, dessen Fasern sich auf einmal und synchronisch zusammenziehen, die entgegengesetzt liegenden fixen und Bewegungspunkte jenes Muskels sein sollen, ist einfach unmöglich.

Die bisherigen Untersuchungen und neuerdings die von Neumayer[3]) und Jurasz[4]) haben klargestellt, dass dieser Muskel nur einen fixen Punkt hat und dies ist der Schildknorpel, einen Bewegungspunkt und dies ist der Ringknorpel; dadurch wird der Ringknorpel zum fixierten Schildknorpel emporgehoben. Dieser Vorgang spielt sich vor unseren Augen ab, der ganze Muskel mit seinen Fasern zieht sich auf einmal zusammen, demzufolge entbehrt die erwähnte Annahme jedweder Grundlage. Demzufolge entfällt auch die aus ersterer hervorgehende zweite Annahme, wonach bei fixiertem Ringknorpel der M. cricothyreoideus die Platten des Schildknorpels und mit ihnen die Stimmbänder einander nähert.

[1]) Archiv f. Anatomie u. Physiologie. 1891.
[2]) l. c.
[3]) Archiv f. Laryngologie. 1896.
[4]) Archiv f. Laryngologie. 1901.

Wir haben unsere Experimente nach drei Richtungen angestellt.

Wir haben nämlich die Funktion des M. cricothyreoideus bei geöffneter Trachea, bei von oben unter dem Zungenbeine eröffneten Kehlköpfen und bei unversehrten Luftwegen mittelst Spiegels untersucht und beobachtet. In diesen drei Versuchsreihen war stets dasselbe Resultat konstatierbar, nämlich die Annäherung der Stimmbänder. Es wurde an der entsprechenden Seite der Recurrens durchschnitten und der Nerv des M. cricothyreoideus nach der Abgangsstelle abgetrennt und derselbe, sowie besonders der Muskel zum Gegenstand der Experimente gemacht.

So oft der Nerv oder Muskel stets durch schwache Ströme gereizt wurde, erfolgte die Kontraktion des M. cricothyreoideus und resultierte die Hebung des vorderen Teiles des Ringknorpels zum unteren Rande des Schildknorpels. Wurde das Resultat der Muskelkontraktion betreffend der Lage des Stimmbandes bei den offenen Kehlköpfen direkt oder mit dem Spiegel kontroliert, so sah man immer, dass das Stimmband zur Medianlinie getreten und während der elektrischen Reizung in dieser Lage auch verharrte.

An einem lebenden Hunde wurden auf der einen Seite mit Ausnahme des äusseren Zweiges des N. laryngeus superior und des M. cricothyreoideus sämtliche Kehlkopfmuskeln entfernt, der Larynx war unterhalb des Zungenbeins eröffnet. Der belassene M. cricothyreoideus und sein Nerv wurden abwechselnd elektrisch gereizt, und stets konnte das bereits erwähnte Resultat beobachtet werden, das Stimmband spannte sich an und näherte sich der Mittellinie. Bei dieser Gelegenheit fiel es auf, dass die Kontraktion des M. cricothyreoideus von einer Exkursion des freigemachten oberen Schildknorpelhorns nach aussen gefolgt war. Die Messungen ergaben, dass sich das Stimmband auf 2 mm der Medianlinie nähert und die Stimmritze sich derart verengert, dass ihr Durchmesser 1,2 mm beträgt. Auch an Kehlköpfen, welche Leichen entnommen waren, konnten wir uns leicht von der bezeichneten Funktion des M. cricothyreoideus überzeugen.

Was die Erklärung der beschriebenen Erscheinung betrifft, so ist dieselbe in der Funktion des M. cricothyreoideus zu suchen. Sobald der Ringknorpel zum unteren Rande des Schildknorpels emporgehoben wird, biegt sich die hintere Platte des

Ringknorpels und der Giessbeckenknorpel nach hinten, und so spannt sich das Stimmband an. Aus dem Umstande, dass sich das Stimmband anspannt, ergiebt sich von selbst, dass das in Cadaverstellung und seitlich sich befindliche schlaffe Stimmband im Momente, wo es sich ausspannt, notwendigerweise auch der Medianlinie nähern muss. Gleichzeitig werden auch die Muskelbündel gespannt, welche mit dem Stimmbande zum Teil zusammenhängen und mit ihm parallel laufen, wie z. B. die Mm. thyreoarytaenoideus internus und externus. Wenn gleichzeitig auch diese Muskeln passiv gespannt werden, muss das Stimmband in der Medianlinie oder nahe derselben stehen. Bei der einfachen Betrachtung erscheint es, dass die mit Schleimhaut bedeckten Weichteile nach oben und innen gedrängt werden, sobald der Ringknorpel zum Schildknorpel emporgehoben wird, de facto hingegen werden mit der Anspannung der Stimmbänder auch die erwähnten Muskeln passiv in Spannung versetzt. Die Annäherung der Stimmbänder ist das Resultat der mit der Anspannung einhergehenden passiven Bewegung. An dieser Stelle wollen wir auch eine Erklärung für die Beobachtung geben, warum das obere Horn des freigemachten Schildknorpels nach aussen abweicht. Mit den unteren Hörnern des Schildknorpels steht der Ringknorpel in Gelenkverbindung, bloss der obere Rand und seine äusseren Hörner sind frei, sobald sie vom Zungenbein abgelöst sind. Sobald die Stimmbänder und die mit ihnen parallel verlaufenden Muskeln in Spannung versetzt werden, wird durch die sich verlängernden Gebilde auf den mittleren Teil des Schildknorpels als Ansatzpunkt ein Zug nach hinten ausgeübt. Nachdem aber die oberen Teile des Schildknorpels nicht befestigt sind, ist es natürlich, dass der einen elastischen Bogen darstellende Schildknorpel, der unten fixiert ist, in der Mitte dem Zuge nachgiebt, wodurch das freie obere Horn nach aussen abweichen wird. Und dem entspricht die Vergrösserung des Winkels des Schildknorpels und des Durchmessers zwischen den Platten.

Neumayer[1]) überzeugte sich auch auf Grund seiner Untersuchungen, dass die gleichzeitige Kontraktion der Musculi cricothyreoidei die Annäherung der Stimmbänder und die Verengerung der Stimmritze resultiert: „Nach diesen Versuchen sind die beiden M. cricothyreoidei bei gemeinsamer Thätigkeit wohl

[1]) l. c.

imstande, die Stimmbänder einander zu nähern und Verfasser konnte die Angaben Wagners und Ónodis bestätigen." Grossmann[1]) beobachtete, wie wir schon erwähnten, nach Durchschneidung der Recurrentes eine bedeutende Annäherung der Stimmbänder: „Dass die Thätigkeit der Mm. cricothyreoidei zur Verengerung der Stimmritze nach Recurrensdurchschneidung wesentlich beiträgt." Seine auf die Wirkung des negativen Luftdruckes beziehenden Bemerkungen haben wir schon erwähnt.

Semon[2]) erkennt auch eine gewisse verengernde Wirkung der Musculi cricothyreoidei an und äussert sich diesbezüglich wie folgt: „Ich leugne nicht, dass dieser Muskel eine gewisse verengernde Wirkung auf die Stimmritze entfaltet. Diese Verhältnisse sind von Ónodi so klar dargestellt worden, dass ich nicht besser thun kann, als ihre Erklärung in seinen eigenen Worten zu geben." An die von uns oben beschriebene und von ihm citierte Funktion der M. cricothyreoidei anknüpfend, bemerkt er: „Dieser einleuchtenden Erklärung Ónodis schliesse ich mich vollkommen an."

Die sekundäre Näherung der Stimmbänder nach dem Grade der Grösse ihrer Spannung betonen auch Kuttner, Katzenstein und Klemperer. Auch Burger[3]) konstatiert dies bei der gleichzeitigen Funktion der Musc. cricothyreoidei. In vielen Fällen haben die Musc. cricothyreoidei bei Durchschneidung der Recurrentes einen verengernden Einfluss auf die Stimmritze, aber in anderen Fällen ist dieser Einfluss nicht zu beobachten.

In dem Vorausgeschickten haben wir unsere Kenntnisse wiedergegeben, die sich auf die Recurrensdurchschneidung und auf die Exstirpation der Erweiterer beziehen, ferner die bei der Verengerung der Stimmritze und bei der experimentellen Medianstellung der Stimmbänder eine Rolle spielenden Faktoren und Erklärungen. Wir haben gesehen, dass noch entgegengesetzte Meinungen den Gegenstand des Streites bilden, unter diesen tritt am schärfsten Grossmanns Beobachtung hervor, welche sich auf die abduktorische Bewegung der Stimmbänder, nach Exstirpation der Erweiterer, neben unversehrt gebliebenen Verengerern und ihrer Nerven, bezieht. Die entgegengesetzten Beobachtungen von Grabower, Klemperer und Burger werden Gross-

[1]) Arch. f. Lar. 1897.
[2]) Arch. f. Lar. 1897.
[3]) l. c.

manns Beobachtungen und Erklärung noch den Gegenstand der Kontrolluntersuchungen bilden. Ebenso jene Beobachtung Katzensteins und Kuttners[1]), nach welcher der Musculus cricoarytaenoideus lateralis neben seiner verengernden Thätigkeit auch eine abduktorische Wirkung ausüben kann. Da diese letzte Beobachtung bisher allein dasteht, so lenkt die Aufklärung dieser ohnedies verwickelten Verhältnisse die Aufmerksamkeit auf Kontrollversuche.

Wir wünschen kurz die Frage der pathologischen Medianstellung der Stimmbänder zu berühren, insofern sie mit den experimentellen Forschungen in engem Zusammenhange stehen. Die Aufklärung der Frage hat eine Literatur geschaffen, deren Anfang auf das Jahr 1880 zurückzuführen ist, als Rosenbach[2]) bei Gelegenheit der Publikation eines Falles eine wichtige Äusserung machte. Eine Geschwulst im Brustkorbe übte nämlich auf beide untere Kehlkopfnerven einen Druck aus, infolgedessen zuerst Lähmung der Erweiterer und erst später totale Lähmung der Stimmbänder auftrat. Seine Folgerung lautet wörtlich folgendermassen: „Vor allem muss das Faktum registriert werden, dass bei Kompression des Recurrensstammes zuerst die Funktion der Erweiterer leidet, und dass die Verengerer erst später in Mitleidenschaft gezogen werden.“ Semon hat diesen Lehrsatz nicht nur unabhängig von Rosenbach aufgestellt, sondern er ist von ihm in dem Sinne vervollständigt worden, dass er sich auch auf centrale Erkrankungen beziehe. Äussere Umstände haben verursacht, dass seine Publikation sich verspätet hat. Seine Arbeit[3]) erschien 1881, in welcher er anknüpfend an die bekannten 21 Fälle die Frage behandelt. Seine Ansichten fasst er in folgenden Punkten zusammen: Die Stämme oder Centra der motorischen Kehlkopfnerven treffende periphere oder centrale, akute und chronische Erkrankungen oder Läsionen führen zu isolierter — oder wenigstens früher auftretender Lähmung. In der ihm bis zur Zeit der Publikation seiner Arbeit zur Verfügung stehenden Literatur ist kein einziger Fall verzeichnet, wo auf erwähnter Basis eine isolierte Lähmung der Verengerer konstatierbar wäre. Es ist auffallend, dass bei funktioneller Erkrankung der motorischen Kehlkopfnerven fast ausschliesslich

[1]) Archiv f. Anat. u. Physiol. Physiol. Tl. 1898.

[2]) Breslauer ärztl. Zeitschrift. 1880. Nr. 2 und 3.

[3]) Archives of Laryngology. 1881.

die Verengerer leiden. Semon behauptet in Gemeinschaft mit Rosenbach, dass die Erweiterer bezüglich der Disposition zur Erkrankung und zu organischen Läsionen den Abduktoren und Streckern der Extremitäten entsprechen, welche früher erkranken, als deren Antagonisten, nämlich als die Abduktoren und Beuger.

Im Jahre 1883 befasste sich Semon[1]) neuerdings mit der Frage, indem er an der Hand von 58 Fällen und 21 Autopsien den Beweis lieferte, „dass bei den verschiedensten centralen und peripheren organischen Läsionen der motorischen Kehlkopfnerven die Erweiterer ausschliesslich, oder doch früher als die Verengerer und vorwiegend erkrankt waren."

In direktem Gegensatze steht Krauses[2]) Auffassung mit dem Semonschen Lehrsatze. Er führt die Medianstellung der Stimmbänder nicht auf Lähmung der Erweiterer, sondern auf die primäre Kontraktur der Verengerer zurück. Seine Lehre beruht auf am Hunde ausgeführten Experimenten.

Die Resultate seiner Untersuchungen fasst er in Folgendem zusammen: Die ruhige inspiratorische Lage der Stimmbänder beruht auf dem Reflextonus der erweiternden Muskeln. Das rasche Abbinden des N. recurrens durch das Anbringen einer Schlinge oder anwachsender Druck verursacht regelmässig totale Lähmung. Die Reizung des N. recurrens verursacht auf dem Wege der sensiblen Fasern Reflexkontraktur. Eine Disposition der Erweiterer zu früherer Erkrankung, als der Verengerer konnte er nicht konstatieren. Der auf den Nerven ausgeübte andauernde Druck verursacht konstante tonische Kontraktur, welche infolge der überwiegenden Wirkung der Verengerer die Medianstellung der Stimmbänder verursacht. Nach Aufhören dieses Druckes schwindet auch die Kontraktur, wiederholter Druck ruft dieselbe abermals hervor. Die Kontraktur verursacht nicht allein die Entzündung der Nerven, sondern hierzu ist auch noch ein mässiger Druck notwendig. Die Ansicht bezieht er auch auf centrale Läsionen, im übrigen bezweifelt er nicht das Vorkommen der Lähmung der die Stimmritze erweiternden Muskel.

Möser[3]) glaubt, dass die charakteristische Medianstellung der Stimmbänder weder durch die isolierte Lähmung der Erweiterer, noch durch die primäre Kontraktur der Verengerer

---

1) Berlin. klin. Woch. 1883.

2) Virchows Archiv. 1884.

3) Deutsches Archiv f. klin. Med. 1885.

verursacht wird, sondern dass bei gleichmässiger Reizung der Nervenfasern die bezeichnete Stellung durch das Übergewicht der Verengerer über die anderen Muskelgruppen hervorgerufen wird. Er fasst die Medianstellung der Stimmbänder bei gleichzeitiger Reizung der Nervenfasern, sowie die Kadaverstellung bei Lähmung der Nerven und Muskeln als Gleichgewichtslage auf.

Die von Exner aufgestellte Lehre von der doppelten Innervation der Kehlkopfmuskeln hat auch zu Erklärungsversuchen pathologischer Fragen geführt. Cohen Tervaerts[1]) Hypothese beruht auf dieser Lehre, und da dem N. laryngeus superior in der Innervation der Verengerer eine grosse Rolle zufällt, so ist die Folge bei Schädigung des N. laryngeus inferior die Lähmung der Erweiterer. Solis Cohen[2]) nimmt gleichfalls an, dass der Thyreoarytaenoideus, der Cricothyreoideus, der Transversus, auch vom N. laryngeus superior innerviert werden und daher bei Kompression des N. laryngeus inferior die genannten Muskeln die Medianstellung der Stimmbänder erzielen.

Jelenffy hatte schon zwölf Jahre vor dem Erscheinen der Krauseschen Arbeit auf einen Krampf der Kehlkopfmuskulatur hingewiesen. In einer grösseren Studie[3]) führt er die Medianstellung der Stimmbänder auf primären Krampf der gesamten Kehlkopfmuskulatur zurück. Mit seiner auf die verengernde Wirkung des Erweiterers sich beziehenden Behauptung haben wir uns schon befasst.

Wagners[4]) an Katzen ausgeführten Experimente haben ihn bewogen, die Medianstellung der Stimmbänder der Funktion der Cricothyreoidei zuzuschreiben.

Grossmann[5]) bestreitet auf Grund seiner Experimente die Richtigkeit des Semonschen Lehrsatzes. Die erwähnten bei Recurrensdurchschneidungen beobachteten Masse der Stimmritzenverengerung hatte er mit dem von Exner konstruierten Laryngometer ausgeführt. Er hält es für einen Irrtum, dass das Stimmband nach der Lähmung der vom Recurrens versorgten Muskeln in Cadaverstellung sein muss. Die hochgradige bis

[1]) Innervation, Function etc. 1886.
[2]) Transactions the College of Physicians of Philadelphia. 1886.
[3]) Berliner klin. Woch. 1888.
[4]) Virchows Archiv. 1890.
[5]) Archiv f. Laryngol. 1897.

zum Schluss der Stimmritze führende Annäherung der Stimmbänder ist die normale und ständige Folge der Lähmung der unteren Kehlkopfnerven. Die Adduktionsstellung der Stimmbänder schreibt er dem negativen intrapulmonalen Luftdrucke und der Funktion der Musculi cricothyreoidei zu. Aus der eintretenden Degeneration bei den einzelnen Muskeln kann auf den verschiedenen Zeitraum der Lähmung kein Schluss gezogen werden. Er betrachtet die Atrophie des Musculus cricothyreoideus als eine Inaktivitätsatrophie. Die Lage des Stimmbandes bei einer lange Zeit bestandenen Lähmung ist nicht identisch mit der Cadaverstellung.

Semon[1]) ergreift zuletzt das Wort auf Grossmanns Angriff, zur Verteidigung seines Lehrsatzes und zur energischen Zurückweisung der Grossmannschen Auffassung. Er erörtert ausführlich seinen Standpunkt, befasst sich mit den Entgegnungen, weist dieselben zurück, hält den Standpunkt Grossmanns und seine Folgerung für Irrtümer und beweist, dass Grossmann die Lehre von der primären Lähmung der Erweiterer in keiner Weise erschüttern konnte.

Grabower[2]) nimmt anknüpfend an seine erwähnten Untersuchungen neben dem Semonschen Lehrsatze Stellung. Das Auftreten einer Adduktionsstellung und selbst einer wirklichen Medianstellung nach Recurrensdurchschneidung schliesst die Medianstellung bei Lähmung der Erweiterer nicht aus. Vielmehr besteht eine solche thatsächlich, dafür sprechen die bekannten klinischen Beweise, die mehrfach konstatierte Thatsache, dass nach Medianstellung des Stimmbandes der Musculus cricoarytaenoideus posticus atrophisch war, während die Adduktoren und der Musculus cricothyreoideus normale Beschaffenheiten zeigten. Die grössere Vulnerabilität des Erweiterers versucht er mit der Nervenendigung in Zusammenhang zu bringen, indem die Endapparate im Musculus cricoarytaenoideus lateralis und im Musculus thyreoarytaenoideus internus viel komplizierter sich darstellen, als im Musculus cricoarytaenoideus posticus.

Friedrich[3]) kommt auf Grund seiner Beobachtungen zu dem Resultate, dass bei Recurrenslähmung der Grad der Atrophie der Muskeln thatsächlich ein Merkmal für die Dauer der Läh-

---

[1]) Archiv f. Laryngol. 1897.
[2]) l. c.
[3]) Archiv f. Laryngol. 1898.

mung ist und man ist berechtigt in diesen Fällen, ob man eine alleinige oder weiter fortgeschrittene Atrophie des Musculus cricoarytaenoideus posticus findet, anzunehmen, dass dieser Muskel thatsächlich der zuerst gelähmte Muskel ist. In seinen zwei Fällen zeigten der Musculus cricothyreoideus und der Musculus interarytaenoideus nicht die geringsten nachweisbaren Veränderungen, der Musculus cricoarytaenoideus lateralis, der Musculus thyreoarytaenoideus und der Musculus vocalis mittlere Grade von Degeneration, dieselbe ist im Musculus vocalis weiter vorgeschritten als in den beiden anderen Muskeln, am stärksten atrophiert ist der Musculus cricoarytaenoideus posticus.

Kuttner und Katzenstein[1]) kommen zu folgenden Schlussfolgerungen, dass die Tierversuche Grossmanns sich weder laryngoskopisch noch klinisch mit den Befunden beim Menschen decken und dass die pathologisch-anatomischen Befunde mit der Grossmannschen Auffassung nicht in Einklang zu bringen sind. Sie betonen besonders, dass es unmöglich ist, die klinischen Befunde der Medianstellung, als anatomisches Substrat, wie es Grossmann thut, eine totale Recurrenslähmung anzunehmen, wenn die pathologisch-anatomische Untersuchung ergiebt, dass nur die Musculi cricoarytaenoidei postici degeneriert sind.

Klemperer[2]) bekräftigt auf Grund seiner Untersuchungen den Semonschen Lehrsatz, dessen beide grundsätzlichen Vorbedingungen, dass die Recurrenslähmung nicht die Medianstellung des Stimmbandes zur Folge hat und dass der Ausfall des Erweiterers in Medianstellung des Stimmbandes sich äussern kann, experimentell als richtig erwiesen sind. Das Gesetz selbst, dass die Erweiterer der Stimmritze bei vorschreitender Erkrankung des Recurrens vor den Verengerer erliegen, ist weder Hypothese noch Theorie, sondern einfach eine Zusammenfassung erwiesener Thatsachen.

Krause[3]) spricht neuerdings zur Frage auf Grund seiner Experimente und kommt zu folgendem Resultate: Die Anwendung des Druckverfahrens auf den Recurrens ruft unbewegliche Medianstellung des Stimmbandes hervor, welche sich nicht ändert, wenn derselbe Nerv peripher durchschnitten wird. Nach Durchschneidung des Recurrens nimmt das Stimmband eine Adduktions-

---

[1]) l. c.

[2]) l. c.

[3]) Archiv f. Anat. u. Physiol. Phys. Tl. 1899.

stellung ein. Bei der vollkommenen Lähmung des Recurrens bewirkt die nähernden Bewegungen des Stimmbandes der Musculus cricothyreoideus. Experimentell ist ein Zustand beginnender, unvollständiger Lähmung des Recurrens zu erzeugen, wo die Aussenbewegung des Stimmbandes behindert, die Adduktionsbewegung erhalten ist. Krause erkennt an, dass die Annahme der durch Druck hervorgerufenen Reizkontraktur des Stimmbandes nicht richtig ist und dass bei Recurrenslähmung die Adduktionsstellung des Stimmbandes im Sinne Wagners und Grossmanns der Funktion der Musculi cricothyreoidei zuzuschreiben ist.

Burger[1]) hatte schon in älterer Arbeit den Semonschen Lehrsatz bekräftigt, neuerdings wieder in einer sehr gediegenen Studie[2]) bestreitet er Grossmanns Behauptungen und Folgerungen. Auf Grund seiner Untersuchungen und der klinischen Beobachtungen bestätigt er neuerdings den Semonschen Lehrsatz, die Vorneigung der Erweiterer zur früheren Erkrankung ist eine pathologische Thatsache, welche sich vollständig deckt mit den experimentellen Resultaten, mit dem rascheren Absterben der Erweiterer und mit der grösseren Widerstandskraft der Verengerer.

Wir haben schon vor Jahren[3]) entschieden Stellung genommen neben dem Semonschen Lehrsatze und haben uns ausführlich befasst mit der Wagnerschen Auffassung. Wir haben unsere diesbezüglichen Experimente schon erwähnt, welche sich auf die bei Recurrensdurchschneidungen eintretende Medianstellung der Stimmbänder, auf die verursachenden Faktoren, auf die Funktion der Musculi cricothyreoidei und auf den negativen Luftdruck beziehen. Ich habe gezeigt, dass eine dauernde Medianstellung nach Recurrensdurchschneidung nicht zu erreichen ist, ich habe betont, dass diese erwähnten experimentellen Resultate den Semonschen Lehrsatz nicht alterieren, dass die klinischen Thatsachen die Wagnersche Hypothese vollständig unhaltbar machen.

Sehen wir, was seit dieser Zeit geschehen ist, es haben sich nur vermehrt die bekräftigenden und beweisenden Angaben zu Gunsten des Semonschen Lehrsatzes, während Grossmann sich

[1]) Sammlung klinischer Vorträge. 1892.
[2]) Archiv f. Laryngologie. 1899.
[3]) Innervation des Kehlkopfes. 1895.

bestrebte, die Annahme Wagners experimentell zu ergänzen und für die Erklärung der klinischen Verhältnisse annehmbar zu machen. Wir geben unserer Überzeugung Ausdruck, indem wir erklären, dass dieser Versuch Grossmanns keineswegs gelungen ist, denn der Semonsche Lehrsatz steht befestigter da. Eins war aber die Folge, nämlich, dass Krause seinen alten Standpunkt aufgegeben hat und sich der Wagner-Grossmannschen Auffassung angeschlossen hat. Somit steht jetzt dem Semonschen Lehrsatze die Wagner-Grossmannsche Meinung gegenüber. Und wenn wir fragen, ob diese Auffassung eine klinische Grundlage besitzt, so können wir sagen, dass sie ihr nicht nur fehlt, sondern dass die klinischen Beobachtungen und die pathologisch-anatomischen Befunde entschieden dagegensprechen. Was die experimentellen Resultate betrifft, haben wir dieselben ausführlich beschrieben, die kritische Betrachtung derselben zeigt, dass sie zur Erklärung der Medianstellung der Stimmbänder keine richtigen Schlussfolgerungen erlauben und daher das Semonsche Gesetz nicht zu erschüttern vermögen.

Wir können hier die Pathologie der Lähmung der Erweiterer ausführlich nicht behandeln, nach dem Angeführten können wir uns nur darauf beschränken, dass wir die den Semonschen Lehrsatz, die pathologische Medianstellung der Stimmbänder erklärenden und befestigenden Thatsachen kurz erwähnen.

Wir haben gesehen, dass die Untersucher auf Grund ihrer Experimente die Wagner-Grossmannschen klinischen Deduktionen entschieden zurückweisen (Ónodi, Semon, Grabower, Kuttner-Katzenstein, Klemperer, Burger.) Wir haben gesehen, dass die Resultate der Recurrensdurchschneidungen mit den klinischen Beobachtungen und mit den pathologisch-anatomischen Thatsachen in gar keinem Einklang stehen. Mit der ungestörten oder kaum gestörten Stimmbildung bei der pathologischen Medianstellung der Stimmbänder steht die bei Recurrensdurchschneidungen eintretende vollkommene Stimmlosigkeit gegenüber.

Das klinische Bild der pathologischen Medianstellung der Stimmbänder ergänzt der pathologisch-anatomische Befund, nach welchem neben der Degeneration des Musculus cricoarytaenoidens posticus, die Verengerer der Stimmritze und der Musculus cricothyreoideus intakt sind. Bei der Lähmung der Erweiterer eintretende Medianstellung der Stimmbänder, welche das Überwiegen

der Funktion der antagonistischen Muskeln zum Ausdruck bringt, findet in dem Semonschen Lehrsatz seine Lösung. Das Wesen dieses Lehrsatzes, dass bei den den Recurrens berührenden organischen Erkrankungen zuerst die Erweiterer leiden, hat das Experiment längst bewiesen. Es ist eine experimentelle Thatsache, dass unter den Kehlkopfmuskeln die Erweiterer zuerst absterben (Jeanselme-Lermoyez, Semon-Horsley, Ónodi, Burger.) Ebenfalls ist es eine experimentelle Thatsache, dass unter den isolierten Erweiterer- und Verengererfasern des Recurrens zuerst das Erweiterernervenbündel seine Leistungsfähigkeit und elektrische Erregbarkeit verliert (Ónodi, Russell.) Ferner haben wir gesehen, dass auf die steigernde Abkühlung des Recurrens zuerst die Funktion des Erweiterers aufhört (Fränkel-Gad.)

Der Semonsche Lehrsatz ist diesen experimentellen Thatsachen entsprechend, auch durch die pathologisch-anatomischen Befunde befestigt worden.

Unsererseits haben wir den ersten diesbezüglichen Fall beobachtet, welchen wir in Folgendem wiedergeben:

Patientin A. K., 62 Jahre alt, ist vor einem Jahre krank geworden, wurde am 11. November 1892 auf der II. internen Klinik des Professor Kétli aufgenommen und starb daselbst am 25. November 1892. Vor einem Jahr ist oberhalb der rechten Mamma eine pulsierende Geschwulst entstanden. Die Untersuchung zeigt an der bezeichneten Stelle eine faustgrosse pulsierende Geschwulst. Die Perkussion zeigt in den Fossae supra- et infraclav. keine Abweichung. In der rechten Parasternallinie beginnt von der zweiten Rippe eine Dämpfung, die mit der Leberdämpfung verschmilzt, ebenfalls ist der Perkussionsschall in der Mamillarlinie gedämpft, ebenso oberhalb des Sternums von der dritten Rippe angefangen. Der Geschwulst entsprechend sind die Herztöne stark zu hören. Der Herzstoss ist ausserhalb der Mamillarlinie zwischen der siebenten und achten Rippe zu fühlen. Die Herzdämpfung verbreitet sich von der vierten Rippe nach unten bis zum Kostalrand, vom Herzstoss nach rechts bis zur beschriebenen Dämpfung. Herztöne ohne Geräusch, der Puls der rechten Radialis schwächer und kleiner wie linkerseits, mit minimaler Verspätung. Neben der sicheren Diagnose des Aneurysma, wurde zur Ergänzung der Untersuchung in Gegenwart Professor Kétlis die laryngoskopische

Untersuchung ausgeführt. Die Patientin spricht mit deutlicher, aber schwacher Stimme. Das linke Stimmband verharrt unbeweglich in vollkommener Lähmung (Cadaverstellung), das rechte Stimmband nahe der Medianlinie, bei Inspiration unbeweglich, bei Phonation sich dem gelähmten Stimmband nähernd, womit die Stimmbildung ermöglicht wird. Dieser Befund wurde durch die Sektion erklärt. Das im Leben konstatierte Aneurysma hatte nur den rechten Recurrens teilweise lädiert, daher die Medianstellung und die Funktion der Verengerer bei Phonation rechterseits; das in der Tiefe verborgene hühnereigrosse Aneurysma hatte den linken Recurrens vollständig komprimiert, daher die vollkommene Lähmung linkerseits. Die Sektion hat zwei Aneurysmen konstatiert, wie folgt: Aneurysma sacciforme perifericum, totius aortae ascendentis, pleuram visceralem dextram adhaerens, cartilagines costarum II, III, IV, usurans, thoracem dextrem propulsans, cum ruptura parietis anterioris. Haemorrhagia letalis. Aneurysma sacciforme semipericum aortae magnitudine ovum gallinaceum aequans.

Nach der Sektion habe ich, von dem bisherigen Verfahren abweichend, meine Methode verwirklicht. Bisher ist immer nur der Stamm des Recurrens untersucht und einfach konstatiert worden, ob die Degeneration eine vollständige oder inkomplete ist. Aus diesen Untersuchungen konnte man keinen Schluss ziehen, für welchen Muskel die degeneriert oder intakt gefundenen Fasern bestimmt waren. Dieselbe Methode, mit welcher ich die isolierten Recurrenszweige physiologisch untersucht habe, hat sich vorzüglich bei der nekroskopischen Untersuchung bewährt. Ich habe beiderseits, im Zusammenhange mit dem Stamm und den Muskeln, alle Nervenzweige auspräpariert; nachher wurden alle Nervenzweige isoliert in verschiedenen Fläschchen in Osmiumflüssigkeit gebracht und die Muskeln mit dem Knorpel in Alkohol gelegt. Diese Methode ermöglicht die präcise vergleichende Untersuchung und die richtige Folgerung. Auf beiden Seiten wurde der Recurrensstamm einzeln untersucht, der Nerv des M. cricoarytaenoideus posticus, der Nerv des M. cricoarytaenoideus lateralis, der Nerv des M. arytaenoideus transversus und der Nerv des Musc. thyreoarytaenoideus, ausser den entsprechenden Muskeln der Cricothyreoideus. Die Zeit und Mühe in Anspruch nehmende Arbeit führte Docent Landauer, erster Assistent des physiologischen Instituts, aus.

Das Resultat ist folgendes:

Der rechte Recurrens enthält degenerierte und intakte Fasern, der linke Recurrens ist degeneriert. Der rechte Nerv des Musc. cricoarytaenoideus posticus ist degeneriert, der linke Nerv ist ebenfalls degeneriert. Der rechte Thyreoarytaenoideusnerv enthält degenerierte und intakte Fasern, der linke Thyreoarytaenoideusnerv ist degeneriert. Der rechte Nerv des Musc. cricoarytaenoideus lateralis, ausgenommen nur einzelne Fasern (drei waren zu sehen), ist ganz intakt, der linke Nerv ist zum grössten Teile degeneriert, nur wenig Fasern sind intakt erhalten; der rechte Nerv des M. arytaenoideus transversus zum grössten Teile degeneriert, nur wenig Fasern intakt. Die Untersuchung der Muskeln hat gezeigt, dass in den linken Muskeln das Bindegewebe vermehrt erscheint und dass im Dickendurchmesser der Muskelfasern nur zwischen dem Posticus eine kleine Differenz zu sehen ist, und zwar im linken Posticus 0,026 mm, im rechten 0,030 mm. Bei der mikroskopischen Betrachtung war der linke Musc. cricoarytaenoideus posticus flacher, der linke Recurrens mehr geschrumpft als der rechte.

Wir haben gesehen, dass auf der rechten Seite, dem inkompleten Druck entsprechend, degenerierte und intakte Fasern vorhanden waren; dass sich die degenerierten Fasern auf zwei Nerven verteilen, vollkommen auf den Erweiterernerv, teilweise auf den Thyreoarytaenoideusnerv, auf der linken Seite ist die Degeneration fast komplet zu sagen, nur wenige Fasern waren in den Nerven des M. cricoarytaenoideus lateralis und in den Nerven des Musc. arytaenoideus transversus zu sehen.

Im Leben hat das linke Stimmband totale Lähmung gezeigt; dies erklärt die Degeneration sämtlicher Nerven. Auf der rechten Seite hat der Erweiterer nicht funktioniert; dies erklärt die Degeneration des Erweiterernerven. Das Stimmband näherte sich bei jeder Phonation dem gelähmten Stimmband, Patientin sprach verständlich mit schwacher Stimme; dies erklärt die Thatsache, dass die phonatorischen Muskeln ihre Funktion ausüben konnten, wie der Musc. cricoarytaenoideus lateralis, M. arytaenoideus transversus, Cricothyreoideus, deren Nerven intakt waren, und teilweise der Thyrearytaenoideus, dessen Nerv teilweise intakte Fasern enthielt. Die bezeichnete Medianstellung des Stimmbandes erklärt die antagonistische Kontraktion der mit intakten Nerven versehenen Verengerer. Diese Untersuchung hat

ein wichtiges Faktum zu Tage gefördert, welches mit unseren experimentellen Resultaten in Einklang steht, nämlich, dass zu allererst der Erweiterernerv in Mitleidenschaft gezogen wird. In unserem Falle war der rechte Erweiterernerv nicht mehr thätig, weil seine Fasern infolge des Druckes zuerst degenerierten, nachdem degenerierte ein Teil des Thyreoarytaenoideusnerven, der Nerv des M. cricoarytaenoideus lateralis zeigte nur einzelne (drei) degenerierte Fasern, der Nerv des M. arytaenoideus transversus keinen. Linkerseits waren nur einige intakte Fasern im Nerv des M. cricoarytaenoideus lateralis und Nerv des M. arytaenoideus transversus. Wir sehen daher, dass zu allererst der Erweiterernerv degeneriert; dies steht im Zusammenhang mit dem schon erwähnten experimentellen Faktum; dann kommt der Nerv des Musc. thyreoarytaenoideus, dieser Befund entspricht jener klinischen Erfahrung, dass zur Lähmung der Erweiterer oft die Lähmung des Thyreoarytaenoideus internus hinzukommt. Am spätesten degenerieren die Nerven der Verengerer, der Nerv des M. cricoarytaenoideus lateralis und der Nerv des M. arytaenoideus transversus, der Cricothyreoideus und dieser Befund erklärt die Medianstellung der Stimmbänder, weil nur diese Muskeln imstande sind, das Stimmband in der Medianlinie zu fixieren und die Adduktionsbewegungen auszuführen.

Die von mir betonte und zuerst ausgeführte Methode[1]) hat auch Koschier[2]) in einem Falle der Lähmung des Erweiterer gebraucht. Es bestand in seinem Falle die Lähmung des linken Erweiterer, ohne Störung der Stimmbildung und der Atmung. Bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung hat sich herausgestellt, dass alle Kehlkopfmuskeln ein normales Bild zeigen, nur der linke Musculus cricoarytaenoideus posticus war um die Hälfte schwächer und schmäler als der rechte Erweiterer und es waren an ihm die klaren Merkmale der ausgesprochenen Atrophie zu erkennen. Die Endzweige des Recurrens waren normal, ausgenommen der Nerv des linken Musc. cricoarytaenoideus posticus, dessen Fasern eine sehr vorgeschrittene fettige Degeneration zeigten.

Mit diesem schliessen wir die Auseinandersetzungen der berührten Frage und sehen von der weiteren Detaillierung der einzelnen sich auf die Pathologie der Erweitererlähmung beziehenden Fällen ab.

---

[1]) Archiv f. Laryngol. 1899.
[2]) Wiener klin. Woch. 1897.



Druck von Hesse & Becker in Leipzig.